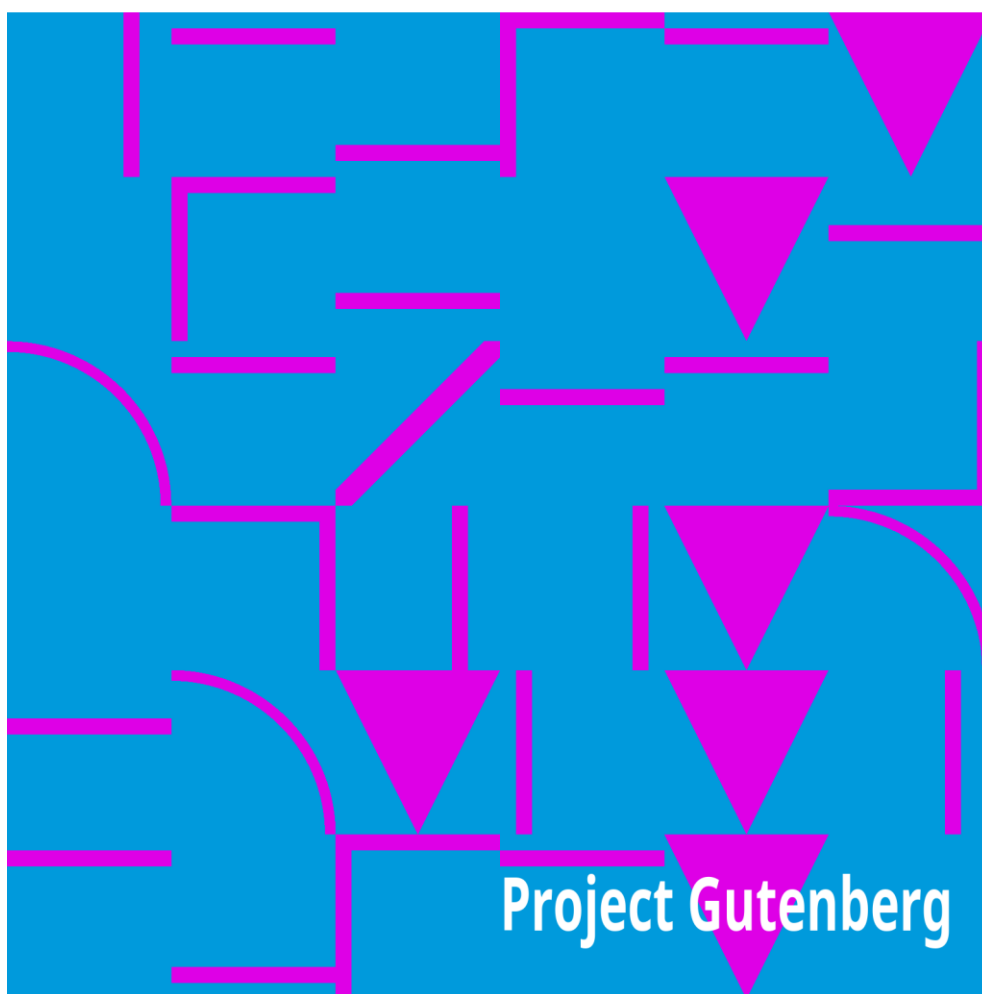


Герои науки: физики

Уильям Гарнетт

Heroes of Science: Physicists

William Garnett



Project Gutenberg

Электронная книга проекта "Гутенберг" о героях науки: физиках

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Герои науки: физики

Автор: Уильям Гарнетт

Дата выхода: 15 января 2012 [Электронная книга № 38583]

Язык: Английский

Титры: Продюсерами выступили Альберт Ласло, П. Г. Мате, Мэтью Уитон и команда онлайн-редакторов, распространяющих корректуру на <http://www.pgdp.net> (Этот файл был создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** ЗАПУСК ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "ГЕРОИ НАУКИ: ФИЗИКИ" ***

ГЕРОИ НАУКИ.

ФИЗИКИ.

УИЛЬЯМ ГАРНЕТТ, магистр, Д.К.Л.,

БЫВШИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК КОЛЛЕДЖА СВЯТОГО Иоанна В КЕМБРИДЖЕ; ДИРЕКТОР ДАРЕМСКОГО НАУЧНОГО КОЛЛЕДЖА В НЬЮКАСЛЕ-НА-ТАЙНЕ; ДОСТОПОЧТЕННЫЙ. ЧЛЕН ИНСТИТУТА ГОРНОГО ДЕЛА И ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ СЕВЕРНОЙ АНГЛИИ.

ИЗДАЕТСЯ ПОД РУКОВОДСТВОМ КОМИТЕТА ПО ОБЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЕ И ОБРАЗОВАНИЮ, НАЗНАЧЕННОГО ОБЩЕСТВОМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ХРИСТИАНСКИХ ЗНАНИЙ.

ЛОНДОН:

ОБЩЕСТВО СОДЕЙСТВИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЮ ХРИСТИАНСКИХ ЗНАНИЙ,
НОРТУМБЕРЛЕНД-АВЕНЮ, ЧАРИНГ-КРОСС, ВАШИНГТОН;

УЛИЦА КОРОЛЕВЫ ВИКТОРИИ, 43, Е.С.;
ПЛОЩАДЬ СВЯТОГО ГЕОРГИЯ, 26, ГАЙД-ПАРК-КОРНЕР, ЮГО-ЗАПАД

БРАЙТОН: СЕВЕРНАЯ УЛИЦА, 135.
Нью-Йорк: Э. И Дж. Б. ЯНГ И КО.



ПРЕДИСЛОВИЕ.

Нижеследующие страницы не претендуют ни на оригинальность, ни на какие другие достоинства, кроме того, что они сделали доступными для каждого мальчика и девочки материалы, которые в противном случае были бы доступны только тем, кто располагал обширными библиотеками и большим количеством времени. В школах и колледжах, где хорошо преподаются принципы физической науки, историей открытий, на основе которых были установлены эти принципы, слишком часто пренебрегали. Серия, к которой относится настоящий том, призвана в какой-то мере восполнить этот недостаток.

Полная история физической науки, если бы ее можно было написать, составила бы библиотеку значительных размеров. На следующих страницах рассматриваются только биографии нескольких выдающихся людей, которые по рождению были британскими подданными, и делаются лишь случайные упоминания о ныне живущих философах; но, несмотря на эти узкие ограничения, основания Лондонского королевского общества, Американского философского общества, большой библиотеки Пенсильвании и Королевского института - это события, некоторый отчет о которых входит в рамки данной книги. Постепенное развитие наших знаний об электричестве, механической теории теплоты и волновой теории оптики будет описано в выбранных биографиях, хотя ни в одной из этих областей физики не прослеживается непрерывная история.

Источниками, из которых был взят материал, изложенный на следующих страницах, были, в дополнение к опубликованным работам героев нескольких очерков, следующие:—

"Британская энциклопедия".

"Мемуары достопочтенного Роберта Бойля" Томаса Берча, магистра медицины, предворяющие фолиантное издание его произведений, вышедшее в Лондоне в 1743 году.

Джон Бигелоу "Жизнь Бенджамина Франклина" по его собственным произведениям.

"Жизнь Кавендиша" доктора Г. Уилсона, которая составляет первый том публикаций Кавендишского общества; и "Электрические исследования достопочтенного Дж. Генри Кавендиш, Ф.Р.С." под редакцией покойного профессора Джеймса Клерка Максвелла.

"Жизнь сэра Бенджамина Томпсона, графа Румфорда" Джорджа Э. Эллиса, опубликованная Американской академией искусств и наук в связи с полным изданием его произведений.

"Мемуары Томаса Янга" покойного Дина Пикока.

"Жизнь Фарадея" доктора Бенса Джонса и "Фарадей как первооткрыватель" профессора Тиндалла.

"Жизнь Джеймса Клерка Максвелла" профессоров Льюиса Кэмпбелла и Уильяма Гарнетта.

Хочется надеяться, что прочтение следующих набросков окажется столь же поучительным для читателя, сколь их подготовка была для автора.

У. М. ГАРНЕТТ.

Ньюкасл-на-Тайне,
декабрь 1885 г..



Содержание.

Введение. 1

РОБЕРТ БОЙЛЬ. 5

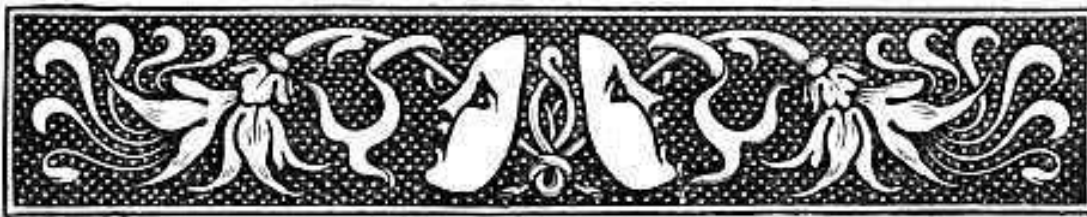
БЕНДЖАМИН ФРАНКЛИН. 38

ГЕНРИ КАВЕНДИШ. 125

ГРАФ РУМФОРД. 148

ТОМАС ЯНГ. 194

МАЙКЛ ФАРАДЕЙ. 237



ГЕРОИ НАУКИ.

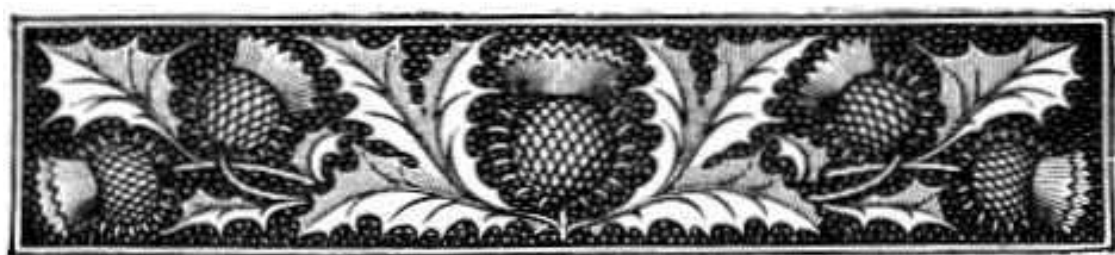
Введение.

Зарождение истинных идей, касающихся механики, было описано в томе этой серии, посвященном астрономам. В то время, когда начинается первая из нижеследующих биографий, было несколько человек, которые придерживались здравых взглядов на законы движения и принципы гидростатики. Значительный прогресс был достигнут в области геометрической оптики; прямолинейное распространение света и законы отражения были известны грекам и арабам, в то время как Виллеброд Снеллиус, профессор математики в Лейдене, очень рано в семнадцатом веке правильно сформулировал законы преломления. Плиний упоминает действие сферы из горного хрусталя и стеклянного шара, наполненного водой, при фокусировании света. Роджер Бэкон использовал сегменты стеклянной сферы в качестве линз; а в одиннадцатом веке Алхазен провел множество измерений углов падения и преломления, хотя ему и не удалось открыть закон. Гюйгенс в значительной степени развил волновую теорию; в то время как Ньютон в то же время внес большой вклад в предмет геометрической оптики, разложил белый свет с помощью призмы, исследовал цвета тонких пластинок и некоторые случаи дифракции, а также размышлял о природе, свойствах и функциях эфира, что было одинаково необходимо как для корпускулярной, так и для волновой теории света, если нужно было объяснить какое-либо из явлений интерференции. Скорость света была впервые измерена

Ремером в 1676 году. Камера-обскура была изобретена Баптистой Порты, богатым неаполитанцем, в 1560 году; а Кеплер объяснил действие глаза как оптического инструмента в 1604 году. Антонио де Доминис, архиепископ Спалатро, обнаружил череду цветов, создаваемых солнечным светом, который когда-то отражался от внутренней поверхности водного шара, и это привело, по мнению Ньютона, к полному объяснению радуги.

Зародыш механической теории теплоты следует искать в трудах лорда Бэкона. Первые термометры, выдувавшиеся из стекла с герметично закрытой колбой и трубкой, были изготовлены мастером во Флоренции во времена Торричелли. Градуировка этих термометров производилась путем прикрепления к их ножкам маленьких шариков из цветного стекла, и члены Флорентийской академии носили их с собой по Европе, чтобы узнать, тает ли лед при одинаковой температуре во всех широтах.

В электричестве притяжение световых тел янтарем при растирании было известно по крайней мере за шестьсот лет до христианской эры, а удары торпеды были описаны Плинием и Аристотелем; но эти явления не ассоциировались в умах людей до недавнего времени. Доктор Гилберт из Колчестера, врач королевы Елизаветы, может рассматриваться как основатель современной науки. Он различал два класса тел, а именно. электрические, или те, которые притягивают легкие тела при трении; и неэлектрические, или те, которые не могут быть так возбуждены. Первая электрическая машина была сконструирована Отто фон Герике, изобретателем магдебургских полусфер, который установил шарик из серы так, чтобы его можно было заставить быстро вращаться, когда он возбуждается трением руки. Он наблюдал отталкивание, которое обычно следует за притяжением легкого тела к наэлектризованному объекту после того, как они соприкоснулись. Он также заметил, что определенные тела, расположенные рядом с наэлектризованными телами, обладают силой притяжения, аналогичной силе притяжения самих наэлектризованных тел. Ньютон заменил серный шар Отто фон Герике стеклянным. Стивен Грей открыл электропроводность в 1729 году, когда ему удалось передать заряд на расстояние 886 футов по упаковочной нити, подвешенной на шелковых нитях, чтобы изолировать ее от земли. Деагюлье показал, что "электрика" Жильбера - это просто те тела, которые не могут проводить электричество, в то время как все проводники были "неэлектриками"; а Дюфэ показал, что все тела могут быть наэлектризованы трением, если их поддерживать на изолирующих подставках. Он также показал, что существует два вида электризации, и назвал один *стекловидным*, другой *смолистым*. Грей, Хоксби и доктор Уолл - все они заметили сходство между молнией и электрическим разрядом. Первичный проводник был впервые добавлен к электрической машине Бозе из Виттенберга; а Винклер из Лейпцига использовал подушку вместо руки для создания трения о стекло. Накопление электричества в лейденском кувшине было случайно обнаружено Кунеусом, учеником Мушенбрука из Лейдена, около 1745 года, когда он пытался наэлектризовать воду в бутылке, которую держал в руке. Сквозь пробку проходил гвоздь, с помощью которого электричество передавалось воде. Прикоснувшись к гвоздю после зарядки воды, он получил удар лейденской банкой. Это подводит историю открытия электричества ко временам Франклина.



РОБЕРТ БОЙЛ.

Роберт Бойл происходил из семьи, которая во времена саксов владела землей в графстве Херефорд и чье имя в Книге судного дня написано Biuvile. Его отцом был Ричард Бойл, граф Корк, которому семья во многом была обязана своим состоянием. Ричард Бойл родился в городе Кентербери 3 октября 1566 года. Он получил образование в колледже Бенет (ныне колледж Корпус-Кристи) в Кембридже, а затем стал членом Миддл Темпл. Сочтя, что его средств недостаточно для продолжения учебы на юридическом факультете, он решил попытать счастья за границей. В 1595 году он женился в Лимерике на одной из дочерей Уильяма Эпсли, которая принесла ему землю стоимостью 500 фунтов стерлингов в год. В своей автобиографии граф Корк пишет:

Когда я впервые прибыл в Дублин, в Ирландии, 23 июня 1588 года, все мое состояние тогда составляло двадцать семь фунтов три шиллинга деньгами и два жетона, которые дала мне моя мать, а именно: кольцо с бриллиантом, которое я с тех пор ношу и ношу до сих пор, и золотой браслет стоимостью около десяти фунтов; камзол из тафты, сшитый из тафты и поверх нее, пара черных бархатных бриджей со шнуровкой, новый костюм миланского фасона, сшитый из тафты и поверх нее, два плаща, качественное белье и необходимые принадлежности, а также мои рапира и кинжал. И с тех пор благословение Божье, чье небесное провидение привело меня сюда, обогатило мое скромное состояние, начав с такого состояния, что мне не нужно завидовать никому из моих соседей, и не добавило к этому никаких забот или бремени моей совести. И 23 июня 1632 года я служил моему Богу, королеве Елизавете, королю Джеймсу и королю Чарльзу, полных сорок четыре года, и так долго после этого, насколько Богу будет угодно, чтобы я мог.

Имущество Ричарда Бойла в Ирландии увеличивалось так быстро, что королева Елизавета обвинила его в получении вознаграждения от какой-то иностранной державы. Когда он собирался посетить Англию, чтобы снять с себя это обвинение, в Мюнстере вспыхнуло восстание; его земли были опустошены, а доходы на время уничтожены. Добравшись до Лондона, он вернулся в свои старые покои в Миддл-Темпл, пока не поступил на службу к графу Эссексу, которому было доверено управление Ирландией. Затем обвинения против него были возобновлены, и он был взят в плен и содержался в заключении до тех пор, пока граф Эссекс не уехал в Ирландию. Наконец он добился слушания у королевы, которая полностью оправдала его по предъявленным обвинениям, протянула ему для поцелуя руку и пообещала взять его к себе на службу; в то же время она уволила сэра Генри Уоллопа, который был казначеем Ирландии и видным среди обвинителей Бойля, с занимаемой должности.

Через несколько дней королева назначила Ричарда Бойла секретарем совета Мюнстера, и, купив корабль сэра Уолтера Рэли, он вернулся в Ирландию с боеприпасами и провизией.

Затем, в качестве секретаря Совета, я сопровождал лорда-президента во всех его обязанностях, и прислуживал ему при осаде Кингсейла, и был нанят его светлостью к ее Величеству с известием об этой счастливой победе; выполняя это поручение, я быстро отправился ко двору; ибо я оставил моего лорда-президента в замке Шеннон, недалеко от Корка, в понедельник утром, около двух часов, а на следующий день, во вторник, я доставил свой пакет и поужинал с сэром Робертом Сесилом, бывшим в то время главным государственным секретарем, в его доме в городе Корк. Стрэнд; который после ужина беседовал со мной до двух часов ночи; а к семи утра того же дня позвал меня сопровождать его ко двору, где представил меня ее Величеству в ее спальне, которая вспомнила меня, назвала по имени и протянула мне руку для поцелуя, сказав, что она рада, что я был тем счастливым человеком, который принес первую весть об этой славной победе ... и вот меня отпустили с изяществом и благосклонностью".

Читая об этом путешествии из Корка в Лондон, почти необходимо напомнить, что оно произошло за двести пятьдесят лет до появления пароходов и железных дорог. По окончании восстания Ричард Бойл купил у сэра Уолтера Рэли все его земли в Мюнстере; и 25 июля 1603 года он женился на своей второй жене, Кэтрин, единственной дочери сэра Джеффри Фентона, главного государственного секретаря и члена тайного совета Ирландии, "с которой я никогда не требовал никакой доли в браке и ничего не обещал, это не входило в мои планы; однако ее отец после моей женитьбы дал мне вместе с ней тысячу фунтов золотом. Но этот дар его дочери мне я всегда должен с благодарностью признавать венцом всех моих благословений; ибо она была мне самой религиозной, добродетельной, любящей и послушной женой все дни своей жизни ". Он был посвящен в рыцари лордом-наместником Ирландии сэром Джорджем Кэрю в день своей свадьбы; был приведен к присяге членом государственного совета Королевства Ирландия в 1612 году; создал лорда Бойла, барона Юхолла, 29 сентября 1616 года; лорда виконта Дангарвона и графа Корка, 26 октября 1620 года; одного из лордов-судей Ирландии с жалованьем 1200 фунтов стерлингов в год, в 1629 году; и лорда Верховного казначея Ирландии, 9 ноября 1631 года.

Роберт Бойл, седьмой сын графа Корка, родился 25 января 1627 года. Его мать умерла 16 февраля 1630 года. Граф жил в достатке в Ирландии до начала восстания в 1641 году и умер в Юхолле в сентябре 1643 года. Говорят, что когда Кромвель увидел огромные улучшения,

которые граф произвел в своем поместье в Мюнстере, он заявил, что "если бы в каждой провинции было по графу Корку, ирландцы не смогли бы поднять восстание".

В очень раннем возрасте отец отдал Роберта к деревенской сиделке, "которая, рано приучив его, мало-помалу, к грубой, но чистой пище и к обычному пристрастию к воздуху, придала ему такой бодрый цвет лица, что привычка облегчала ему обе невзгоды, а прелести удобств и непринужденности привлекали его своей редкостью". Познакомившись с некоторыми детьми, которые заикались в своей речи, он, подражая, приобрел ту же привычку: "человеческие пороки так заразительны и заразительны, и так опасно фамиллярное знакомство с этими достойными осуждения обычаями, которым подражают только в шутку, а потом усваивают всерьез". Перед поступлением в школу он изучал французский и латынь и проявил значительные способности к учености. Затем его отправили в Итон, где учитель проявлял к нему большое внимание и "иногда устраивал ему без спроса игровые дни и часто дарил ему такие мячи, волчки и другие орудия праздности, которые он отобрал у других, которые неуместно ими пользовались".

Когда он был в школе, ранним утром, часть стены спальни вместе с кроватью, стульями, книгами и мебелью из комнаты наверху упала на него и его брата. "У его брата была разорвана лента на шее, пальто сброшено на спину, а его стул раздавлен и сломан под ним; но крепкий юноша, случайно оказавшийся в комнате, был выхвачен из-под развалин, которыми [Роберт], по всей вероятности, сразу же был подавлен, если бы его кровать не была занавешена бдительным Провидением, которое не давало падать на нее всем тяжелым предметам; но пыль от поднятого крошащегося мусора была такой густой, что он мог бы там задохнуться, если бы не вспомнил завернуть голову в простыню, служившую ему одеялом. он был как сито, через которое не мог пройти никто, кроме более чистого воздуха". В Итоне он провел почти четыре года, "в последний из которых он забыл большую часть той латыни, которую изучал, потому что был настолько пристрастен к более основательным разделам знаний, что, естественно, ненавидел изучение простых слов, поскольку в них было слишком много педантизма, чтобы соответствовать его характеру и замыслам". По окончании Итона он присоединился к своему отцу в Сталбридже, в Дорсетшире, и был отправлен жить к "мистеру У. Доучу, тогдашнему местному священнику", который взял на себя руководство его учебой. Здесь он возобновил свое знакомство с латынью и уделил некоторое внимание английской поэзии, проводя часть своих свободных часов за сочинением стихов, "большую часть которых в день своего совершеннолетия он пожертвовал Вулкану, намереваясь постичь ту же участь остальных". Немного позже он вернулся в дом своего отца в Сталбридже и был отдан под опеку французского джентльмена, который был наставником двух его братьев.

В октябре 1638 года Роберт Бойль и его брат были отправлены во Францию. После короткого пребывания в Лионе они добрались до Женевы, где Роберт оставался со своим наставником около года и трех четвертей. Во время его пребывания здесь произошел инцидент, который он считал самым важным событием в своей жизни, и поэтому мы приводим его собственными словами.

Чтобы правильно понять это, вы должны понять, что, хотя его наклонности всегда были добродетельными, а его жизнь без скандалов и безобидной, все же благочестие, которым он был владыкой, уже настолько отвлекло его от стремления к большему, что Христос, который долго спал в его совести (как Он когда-то спал на корабле), теперь, как и тогда, должен быть

разбужен бурей. Ибо в то время, которое (будучи самой летней жарой) обещало не что иное, как глухую ночь, которая добавляет наибольшего ужаса к подобным происшествиям, [он] внезапно проснулся в испуге от таких громких раскатов грома (которые часто очень ужасны в тех жарких климатах и сезонах), что он подумал, что земля будет охвачена лихорадкой из-за воздуха, и каждому хлопку предшествовали и сопровождались вспышки молний, настолько частые и ослепительные, что [он] начал представлять их вылазками того огня, который должен поглотить мир. Долгое продолжение этой ужасной бури, когда ветер был таким сильным, что почти заглушал звуки самого грома, и ливни такой силы, что почти заглушали молнии прежде, чем они достигали его глаз, утвердили его в опасениях относительно приближения судного дня. После чего соображение о своей неподготовленности приветствовать это и омерзение от того, что его застали врасплох в неподходящем состоянии, заставили его принять решение и поклясться, что, если его опасения в ту ночь оправдались, все дальнейшие дополнения к его жизни следует использовать более религиозно и осмотрительно. Наступило утро, и вернулось ясное, безоблачное небо, когда он утвердил свои решения так торжественно, что с этого дня он датировал свое обращение, обновляя, теперь он был вне опасности, обет, данный им, когда он верил, что находится в нем; и хотя его страх был (и он покраснел от этого) причиной его решения исправиться, все же, по крайней мере, он не мог быть обязан своим более обдуманном посвящением себя благочестию какому-либо менее благородному мотиву, чем стремление к собственному совершенству".

Покинув Женеву, он пересек Альпы и путешествовал по Северной Италии. Здесь он потратил много времени на изучение итальянского; "остальные свободные часы он проводил за чтением современной истории на итальянском и новых парадоксов великого звездочета Галилея, чьи гениальные книги, возможно, потому, что иначе и быть не могло, были опровергнуты указом из Рима; его высочество Папа, по-видимому, полагал, и это справедливо, что непогрешимость его кафедры распространяется в равной степени на определение вопросов как в философии, так и в религии, и не хотел подвергать сомнению стабильность той земли, на которой он основал свое королевство".

Посетив Рим, он, наконец, вернулся во Францию и был задержан в Марселе в ожидании денежного перевода от графа, который позволил бы ему продолжить свое путешествие. Из-за какой-то неудачи деньги, присланные графом, не поступили, и Роберту и его брату пришлось положиться на доверие наставника, чтобы найти средства, позволяющие им вернуться домой. Они добрались до Англии летом 1644 года, "где мы нашли все в таком беспорядке, что, хотя поместье Сталбридж после смерти моего отца перешло ко мне, все же прошло почти четыре месяца, прежде чем я смог туда добраться". Добравшись до Лондона, Роберт Бойл некоторое время прожил у своей сестры, леди Ранелах, и таким образом не смог вступить в роялистскую армию. Позже он ненадолго вернулся во Францию; посетил Кембридж в декабре 1645 года, а затем поселился в Сталбридже до мая 1650 года, где приступил к изучению химии и натурфилософии.

Именно в октябре 1646 года Бойль впервые упомянул о "*невидимом колледже*", который впоследствии превратился в Королевское общество. В письме к члену колледжа Магдалины в Кембридже в феврале 1647 года он пишет: "Краеугольные камни *невидимого*, или, как они сами себя называют, *философского колледжа*, время от времени удостаивают меня своей компании". По-видимому, желание убежать от проблем того времени побудило нескольких человек найти убежище в философских занятиях, и, собираясь вместе для обсуждения предметов своего

изучения, они образовали "невидимый колледж". Бойл говорит: "Я завершу их восхваления перечислением их главного недостатка, который присущ почти всем хорошим вещам, а именно того, что их недостаточно". Доктор Уоллис, один из первых членов общества, утверждает, что мистер Теодор Гук, немец из Пфальца, проживавший в то время в Лондоне, "дал первый повод и первым предложил провести эти собрания и многие другие". Эти встречи мы проводили иногда в квартире доктора Годдарда на Вуд-стрит (или в каком-нибудь удобном месте поблизости), по случаю того, что он держал в своем доме оператора для шлифовки стекол для телескопов и микроскопов, а иногда в удобном месте в Чипсайте; иногда в Грэшем-колледже или в каком-нибудь соседнем месте. Нашей задачей было (исключая теологию и государственные дела) обсудить философские исследования и все, что с ними связано; такие как физика, анатомия, геометрия, астрономия, навигация, статика, магнетизм, химия, механика и естественные эксперименты, с учетом состояния этих исследований, которое тогда культивировалось в стране и за рубежом. Примерно в 1648-49 годах, когда некоторых из нас перевели в Оксфорд, сначала доктора Уилкинса, затем меня и вскоре после доктора Годдарда, наша компания разделилась. Те, кто был в Лондоне, продолжали встречаться там, как и прежде, и мы вместе с ними, когда у нас была возможность там побывать. И те из нас, кто учился в Оксфорде, с доктором Уордом, бывшим епископом Солсберийским, доктором Ральфом Батерстом, ныне президентом Тринити-колледжа в Оксфорде, доктором Петти, бывшим сэром Уильямом Петти, доктором Уиллисом, в то время выдающимся врачом в Оксфорде, и многими другими, продолжали такие встречи в Оксфорде и ввели эти исследования в моду там; сначала встречаясь в доме доктора Петти, в доме аптекаря, из-за удобства проверки лекарств и тому подобного, при случае; а после его переезда в Ирландию (хотя и не так постоянно) в доме доктора Уилкинса, затем ректор Уодхэм-колледжа; а после его перевода в Тринити-колледж в Кембридже, в доме почтенного мистера Роберта Бойла, проживавшего в то время в течение нескольких лет в Оксфорде. Эти собрания в Лондоне продолжались, и после возвращения короля в 1660 году их число увеличилось с приходом различных достойных людей, и впоследствии они были объединены под названием *Королевского общества*, и так продолжается по сей день".

Бойлу было всего около двадцати лет, когда он написал свою "Свободную речь против сквернословия", свою "Серафическую любовь, или некоторые мотивы и стимулы любви к Богу" и свое "Эссе об ошибочной скромности". "Серафическая любовь" была последним из серии трактатов о любви, но единственным из серии, которую он опубликовал, поскольку остальные он считал слишком незначительными, чтобы публиковать отдельно или в сочетании с ними. В письме леди Ранелах он называет свою лабораторию "своего рода Элизиумом", и мало что доставляло ему столько удовольствия, как печи и философские эксперименты. В 1652 году он посетил Ирландию, вернувшись следующим летом. Осенью он был снова вынужден посетить Ирландию и оставался там до лета 1654 года, хотя пребывание в этой стране было ему далеко не по душе. Он назвал ее "варварской страной, где химические спирты были настолько непоняты, а химические инструменты настолько необработанны, что в ней было трудно иметь какие-либо герметические мысли". По возвращении он поселился в Оксфорде, и там его жилище вскоре стало центром научной жизни университета. Бойля и его друзей можно считать пионерами экспериментальной философии в нашей стране. Для Бойля методы Аристотеля казались не более чем словесными рассуждениями; долгое время он отказывался изучать философию Декарта, опасаясь, что это отвлечет его от рассуждений, основанных строго на результатах эксперимента. Метод, применяемый этими философами, был подробно обсужден лордом

Бэконом, но в лучшем случае его экспериментальные методы, хотя и наиболее полные и систематические, существовали только на бумаге, и Бойлю и его друзьям предстояло применить философию бэконизма на практике.

Именно во время своего пребывания в Оксфорде он изобрел воздушный насос, который впоследствии был усовершенствован для него Гуком и с помощью которого он провел большинство тех экспериментов с "пружиной" и весом воздуха, которые привели к исследованиям, сделавшим его имя неразрывно связанным с "газовыми законами". Эксперименты Галилея и Торричелли показали, что давление воздуха способно поддерживать столб воды высотой около тридцати четырех футов или столб ртути высотой около тридцати дюймов. Младший Паскаль по просьбе Торричелли поднял барометр на вершину Пюи-де-Дом и продемонстрировал, что высота ртутного столба, поддерживаемого воздухом, уменьшается с увеличением высоты. Отто фон Герике сконструировал магдебургские полусферы и показал, что, когда они истощены, их не могут разделить шестнадцать лошадей, восемь из которых тянут в одну сторону, а восемь - в другую. Он знал, что такую же тягу могли бы обеспечить восемь лошадей, если бы одно из полушарий было прикреплено к неподвижному препятствию; но, обладая инстинктом популярного лектора, он посчитал, что таким образом зрелище стало бы менее впечатляющим, и оно было подготовлено для развлечения короля. Бойл пожелал иметь воздушный насос с отверстием в приемнике, достаточно большим для подачи различных предметов, и устройством для выпуска воздуха без заполнения приемника водой или иного воздействия на помещенные в нем предметы. Его аппарат состоял из большого стеклянного шара, способного вместить около трех галлонов или около того, заканчивающегося открытой трубкой внизу и с отверстием диаметром около четырех дюймов наверху. Вокруг этого отверстия было закреплено точеное латунное кольцо с конической внутренней поверхностью, и в это коническое гнездо была вставлена латунная пластина с толстым ободком, но просверленная с небольшим отверстием в центре. К этому отверстию, которое также было конической формы, была прикреплена латунная пробка, которую можно было поворачивать, когда ствольная коробка была опустошена. Прикрепив бечевку к этой пробке, которая была такой длины, чтобы входить в приемник на глубину двух или трех дюймов, и повернув пробку в ее гнезде, бечевку можно было намотать и, таким образом, перемещать предметы внутри приемника. Трубка в нижней части ствольной коробки сообщалась с запорным краном, а тот - с верхним концом ствола насоса, который был перевернут, так что этот запорный кран, находившийся в верхней части ствола, заменял обратный клапан. Поршень был массивным, сделанным из дерева и обтянутым кожей подошвы, которую хорошо смазывали. Поскольку в поршне не было клапана, необходимо было установить выпускной клапан в верхнем торце цилиндра. Он состоял из маленькой латунной заглушки, закрывающей коническое отверстие, чтобы ее можно было вынуть при желании. Таким образом, конструкция цилиндра была аналогична конструкции обычного силового насоса, за исключением того, что клапаны приходилось перемещать вручную (как в ранних формах паровой машины). Поршень поднимался и опускался с помощью реечной передачи. Насосы могли использоваться либо для выпуска воздуха из ресивера, либо для нагнетания в него воздуха, в соответствии с порядком открытия "клапанов". Если запорный кран, сообщающийся с ресивером, был открыт во время опускания поршня, а латунная заглушка удалена таким образом, чтобы открывать выпускной клапан при выталкивании поршня вверх, ресивер постепенно истощался. Если бы латунная заглушка была снята во время опускания поршня, а запорный кран открыт во время его подъема, в ресивер был бы нагнетен воздух. В последнем случае необходимо было принять особые меры предосторожности, чтобы

латунная пластина в верхней части ствольной коробки не поднималась со своего места. Все соединения были герметизированы с помощью "диахилона", и когда из-за разрыва стеклянной колбы внутри ствольной коробки в ствольной коробке образовалась трещина, трещина была герметизирована тем же способом. Были также предоставлены другие приемники меньшей емкости из-за большей готовности, с которой они могли быть израсходованы.

С помощью этого аппарата Бойль провел длинную серию экспериментов. Он мог снизить давление в большом ресивере до несколько меньшего, чем то, которое соответствует дюйму ртутного столба или примерно футу воды. Сжав мочевого пузырь так, чтобы из него вышел почти весь воздух, завязав горловину, а затем введя его в приемник, он обнаружил, что при работе насоса мочевого пузырь раздулся так, что в конце концов стал полностью раздутым. Чтобы объяснить эту огромную расширяемость, Бойль изобразил строение воздуха следующим образом. Он предположил, что воздух состоит из отдельных частиц, каждая из которых напоминает спиральную пружину, которая туго закручивается под воздействием большого давления, но расширяется так, что занимает больший круг, когда давление уменьшается. Он предполагал, что каждая из этих маленьких спиралей вращается примерно по диаметру таким образом, чтобы исключить любое другое тело из сферы, в которой оно движется. Увеличение длины диаметра в десять раз увеличило бы объем одной из этих сфер, а следовательно, и объем газа, в тысячу раз. Возможно, это было задумано лишь как мысленная иллюстрация, демонстрирующая механизм, с помощью которого предположительно может быть произведено очень большое расширение, и едва ли претендующая на то, чтобы считаться *теорией* строения воздуха. Первая идея Бойля, по-видимому, была заимствована из пряди шерсти, в которой эластичность каждого волокна заставляла прядь расширяться после того, как ее сжимали в руке. В другом отрывке он говорит о воздухе как о состоящем из множества тел, способных ударяться о поверхность, подверженную их воздействию. Он продемонстрировал вес воздуха, установив хрупкие весы внутри приемника, подвесив к одной руке пузырек, наполовину наполненный водой, и уравновесив его латунными гирьками. При выдыхании воздуха преобладал мочевого пузырь, и, повторяя эксперимент с дополнительными грузами на другой руке до тех пор, пока в выдохшемся приемнике не был установлен баланс, он определил величину перевеса. В другом эксперименте он сжал воздух в баллоне, обвязав его упаковочной нитью, уравновесил его на одном рычаге своих весов на открытом воздухе; затем, надавив на баллон, чтобы уменьшить давление, он обнаружил, что с выходом сжатого воздуха вес уменьшился.

Один из самых важных его экспериментов с воздушным насосом заключался в следующем. Он поместил в приемник резервуар ртутного барометра, трубка которого была проделана так, чтобы проходить через центральное отверстие в латунной пластине, с которой была снята пробка. Пространство вокруг трубки было заполнено цементом, и приемник разрядился. При каждом ударе насоса ртуть в трубке барометра опускалась, но на последовательно уменьшающиеся расстояния, пока, наконец, не поднялась всего на дюйм над уровнем ртути в резервуаре. Затем эксперимент повторили с трубкой длиной четыре фута, заполненной водой. Это был девятнадцатый эксперимент, упомянутый ниже. Пришлось сделать очень много взмахов насоса, прежде чем вода начала спускаться. Наконец он опускался до тех пор, пока поверхность в трубке не стала всего примерно на фут выше поверхности в резервуаре. Поместив сосуды с обычной родниковой водой и дистиллированной дождевой водой в приемник, он обнаружил, что после того, как истощение достигло определенной стадии, из родниковой воды в большом количестве выделялись пузырьки газа, но не из дистиллированной воды. В другой

раз он несколькими ударами насоса довел теплую воду до кипения; и, продолжая истощение, воду периодически доводили до кипения, пока она не стала чуть теплой. Эксперимент был повторен с несколькими летучими жидкостями. Он также заметил облако, образующееся в приемнике, когда воздух позволяли быстро расширяться; но механическая теория тепла тогда еще не достигла достаточного прогресса, чтобы позволить ему объяснить конденсацию потерей тепла из-за работы, проделываемой расширяющимся воздухом. Мельчайшая точность его наблюдений бросается в глаза в описаниях большинства его экспериментов. То, что воздух является обычным средством передачи звука, было продемонстрировано подвешиванием часов на льняной нитке внутри приемника. Когда воздух был исчерпан, тиканье часов перестало быть слышно. Приятный эксперимент состоял в помещении бутылки с определенной дымящейся жидкостью в приемник; при выпуске воздуха пары поднимались над горлышком бутылки и заливали подставку, на которую она была установлена, подобно струе воды. Другой эксперимент, тридцатьвторой, заслуживает упоминания из-за того, с какой пользой он впоследствии был применен в споре о причине всасывания. После того как ресивер был опорожнен, его извлекли из цилиндра, открутив запорный кран, и маленький латунный клапан, к которому была прикреплена шкала, поместили прямо под отверстием трубки под запорным краном. При повороте последнего поток воздуха поднимал клапан, закрывая отверстие, а атмосферное давление поддерживало его до тех пор, пока на чашу весов не был помещен значительный груз. Поскольку ресивер не мог быть опорожнен так тщательно, как насос-цилиндр, Бойл попытался измерить давление воздуха, определив, какой вес может выдержать поршень. Сначала он обнаружил, что веса в двадцать восемь фунтов, подвешенного непосредственно к поршню, достаточно для преодоления трения при подаче воздуха над поршнем. Когда доступ воздуха к верхней части поршня был предотвращен, потребовалось более ста фунтов дополнительного веса, чтобы опустить поршень. Диаметр цилиндра составлял около трех дюймов.

Стиль рассуждений Бойля хорошо иллюстрируется следующим отрывком из его статьи "Воздушная весна":

Далее, эти эксперименты могут научить нас, как судить о вульгарной аксиоме, принимавшейся на протяжении стольких веков за несомненную истину в школах перипатетиков, что Природа не терпит пустоты и пренебрегает ею, и что до такой степени, что никакая человеческая сила (не говоря уже о том, чтобы подняться выше) не способна создать пустоту во вселенной; при этом небо и земля поменялись бы местами, а все остальные тела скорее действовали бы вопреки своей собственной природе, чем терпели это.... Таким образом, нелегко будет вразумительно понять, как ненависть или отвращение, которые являются страстью души, могут относиться к вакууму или любому другому объекту, находящемуся в воде или подобному неодушевленному телу, которые, как предполагается, не могут знать, когда возникнет вакуум, если они не приложат все усилия, чтобы предотвратить это; или быть настолько великодушными, чтобы действовать вопреки тому, что наиболее способствует их собственному сохранению для общественного блага вселенной. Таким образом, то количество понятной и вероятной истины, которое содержится в этом метафорическом выражении, по-видимому, сводится лишь к следующему— мудрый Творец природы (который, как справедливо говорят, создал все вещи в количестве, весе и мере) так устроил вселенную и ее части, что в ней трудно создать вакуум, как

будто они тщательно сговорились предотвратить это. И то, в какой степени это само по себе может быть предоставлено, заслуживает дальнейшего рассмотрения.

"Ибо, во-вторых, наши эксперименты, по-видимому, учат, что предполагаемое отвращение Природы к вакууму является лишь случайностью или следствием частично веса и текучести, или, по крайней мере, текучести тел здесь, внизу; и частично, и, возможно, главным образом, воздуха, чье неустанное стремление расширяться во все стороны заставляет его либо устремляться внутрь самого себя, либо выталкивать находящиеся между ними тела во все пространства, где он не встречает большего сопротивления, чем может преодолеть. И то, что в тех движениях, которые совершаются *ob fugam vacui* (как принято говорить), тела действуют без такой щедрости и обдуманности, которые им обычно приписывают, достаточно очевидно в нашем тридцатом эксперименте, где поток воздуха, который, казалось, стремился попасть в опорожненный ресивер, явно противоречил своему собственному замыслу, так толкнув клапан, что он закрыл единственное отверстие, через которое воздух должен был попасть. И если впоследствии либо Природа, либо внутренний воздух предусмотрели, что внешний воздух должен быть привлечен, они, по-видимому, поступили очень неблагоприятно, продолжая так сильно всасывать клапан, когда обнаружили, что при таком всасывании сам клапан не может быть втянут; тогда как, отказавшись от всасывания, клапан под действием собственного веса опустился бы и позволил удаленному воздуху свободно возвращаться и снова заполнять опорожненный сосуд

А что касается заботы об общественном благе Вселенной, приписываемой мертвым и неразумным телам, мы только спросим, почему в нашем девятнадцатом эксперименте при удалении окружающего воздуха вода покинула верхнюю половину стеклянной трубки и не поднималась, чтобы заполнить ее, пока в нее не был впущен внешний воздух. Принимая во внимание, что из-за того, что она легко и внезапно присоединилась к верхней части трубы, оказалось, что тогда было много пространства, свободного от воздуха, и что вода могла бы с небольшим сопротивлением или вообще без него подняться в нее, если бы могла сделать это без толчка вновь поступающего воздуха; что, по-видимому, было необходимо, чтобы напомнить воде о ее ранее пренебрегаемом долге перед Вселенной".

Затем Бойль продолжает правильно объяснять эти явления давлением воздуха. В другом месте он объясняет уменьшение давления на вершину горы уменьшением веса сверхнаполненного столба воздуха.

Трактат о "Источнике воздуха" встретил большую оппозицию, и Бойль счел необходимым защитить свою доктрину от возражений Франциска Лайнуса и Гоббса. В свою защиту он описал эксперимент, в связи с которым его чаще всего помнят. Лайнус допускал, что воздух, возможно, обладает некоторой эластичностью, но утверждал, что сила, с которой ртуть поднимается в трубке барометра, обусловлена главным образом совершенно другим действием, как будто сверху за нее дергают за веревочку. Это была его гипотеза о фуникулере. Бойль попытался показать, что давление воздуха может быть таким, чтобы поддерживать гораздо более высокий столбик ртути, чем у барометра. Для этого он взял стеклянную трубку длиной в несколько футов и согнул так, чтобы образовались две вертикальные ножки, соединенные снизу. Более короткая ножка была длиной чуть больше фута и герметично закрывалась сверху. Более длинная ножка была почти восьми футов в длину и открытой сверху. Трубка была подвешена на веревках к

лестнице, изгиб в нижней части слегка прижимался ко дну коробки, предназначенной для приема ртути, используемой в случае аварии. Каждая ножка трубки была снабжена бумажными весами. Ртуть заливали в открытый конец, при этом трубку наклоняли так, чтобы часть воздуха выходила из более короткого ответвления, пока ртуть не оказывалась на одном уровне в обеих ножках, когда трубка была вертикальной. Длина закрытой трубки, в которую поступал воздух, составляла тогда всего двенадцать дюймов. Высота барометра составляла около 29-1 / 8 дюймов. Один оператор осторожно заливал ртуть в открытый стержень, в то время как другой наблюдал за высотой ртути в закрытом стержне. Результаты экспериментов приведены в таблице на противоположной странице.

В этой таблице в третьем столбце приведен результат добавления ко второму столбцу высоты барометра, которая выражает в дюймах ртутного столба давление воздуха на свободную поверхность ртутного столба в более длинной части. В четвертом столбце указано общее давление в дюймах ртутного столба, исходя из гипотезы, что давление воздуха изменяется обратно пропорционально объему. Соответствие между третьим и четвертым столбцами очень близко, учитывая грубость эксперимента и то, что, по-видимому, не было предпринято никаких усилий для калибровки более короткого конца трубки, и это оправдало Бойла в заключении, что упомянутая гипотеза выражает соотношение между объемом и давлением данной массы воздуха.

Длина закрытой трубки, заполненной воздухом.	Высота ртутного столба в открытой пробирке выше, чем в закрытой.	Общее давление воздуха в дюймах ртутного столба.	Общее давление по закону Бойля-Мариотта.
12	0	29-2/16	29-2/16
11-1/2	1-7/16	30-9/16	30-6/16
11	2-13/16	31-15/16	31-12/16
10-1/2	4-6/16	33-8/16	33-1/7
10	6-3/16	35-5/16	35
9-1/2	7-14/16	37	36-15/19
9	10-1/16	39-3/16	38-7/8
8-1/2	12-8/16	41-10/16	41-2/17
8	15-1/16	44-3/16	43-11/16
7-1/2	17-15/16	47-1/16	46-3/5
7	21-3/16	50-5/16	50
6-1/2	25-3/16	54-5/16	53-10/13
6	29-11/16	58-13/16	58-2/8
5-3/4	32-3/16	61-5/16	60-13/23
5-1/2	34-15/16	64-1/16	63-6/11
5-1/4	37-15/16	67-1/16	66-4/7

5	41-9/16	70-11/16	70
4-3/4	45	74-2/16	73-11/19
4-1/2	48-12/16	77-14/16	77-2/3
4-1/4	53-11/16	82-13/16	82-4/17
4	58-2/16	87-14/16	87-1/8
3-3/4	63-15/16	93-1/16	93-1/5
3-1/2	71-5/16	100-7/16	99-6/7
3-1/4	78-11/16	107-13/16	107-7/13
3	88-7/16	117-9/16	116-4/8

Чтобы расширить исследование таким образом, чтобы включить расширение ниже атмосферного давления, был использован другой аппарат. Он состоял из стеклянной трубки длиной около шести футов, закрытой на нижнем конце и заполненной ртутью. В эту ванну с ртутью был погружен отрезок гусиной трубки, а верхний конец был запечатан воском. Когда воск и воздух в пробирке остыли, через воск пропустили горячую булавку, образовав небольшое отверстие, с помощью которого количество воздуха в пробирке регулировали таким образом, чтобы оно занимало ровно один дюйм ее длины, измеренный прикрепленными к ней бумажными весами, после чего снова запечатали воск. Затем трубку с пером подняли, и была замечена высота поверхности ртути в трубке над поверхностью в ванночке, а также длина трубки, занимаемая воздухом. Разница между высотой барометра и высотой ртутного столба в трубке выше, чем в ванне, давала давление на заключенный воздух в дюймах ртутного столба. Результат показал, что объем изменялся почти в обратном соотношении к давлению. Однако при погружении в ртуть определенное количество воздуха прилипло к стенкам перьевой трубки, и не было предпринято никаких мер по ее удалению кипячением ртути или иным способом; вследствие этого, когда ртуть опускалась, этот воздух выходил и присоединялся к остальному воздуху в трубке. Это сделало давление несколько большим, чем оно должно было быть к концу эксперимента, и когда пробирку снова опустили в ванну, было обнаружено, что, когда поверхности ртути внутри и снаружи пробирки были на одном уровне, воздух занимал почти 1-1 / 8 дюйма вместо одного дюйма пробирки. Эти эксперименты впервые подтвердили истинность великого закона, известного как "закон Бойля", который гласит, что *объем данной массы идеального газа изменяется обратно пропорционально давлению, которому он подвергается.*

Другой эксперимент, призванный показать, что причиной всасывания является давление воздуха, Бойлю удалось провести позже. Два мраморных диска были тщательно отполированы, так что, когда между ними поместили немного скипидарного спирта, нижний диск с подвешенным к нему фунтовым грузом опирался на верхний. Устройство было введено в воздушный насос, и значительного встряхивания оказалось недостаточно для отделения дисков. После шестнадцати ходов насоса, при открытии сообщения между ресивером и цилиндром, когда не возникло механической вибрации, диски отделились.

После Реставрации в 1660 году граф Кларендон, который был лордом-канцлером Англии, пытался убедить Бойля принять священный сан, настаивая на интересах Церкви в качестве главного мотива для этого. Это произвело некоторое впечатление на Бойля, но он отказался по двум причинам: во—первых, потому что думал, что имел бы большее влияние во благо, если бы

не имел доли в наследии Церкви; и во-вторых, потому что он никогда не чувствовал "внутреннего побуждения к этому от Святого Духа".

В 1649 году парламентом была учреждена ассоциация под названием "Президент и общество распространения Евангелия в Новой Англии", целью которой должно было быть "получение и распоряжение денежными средствами таким образом, чтобы наилучшим и принципиальным образом способствовать проповеди и распространению Евангелия среди туземцев, а также на содержание школ и яслей для обучения детей туземцев; с этой целью был назначен общий сбор средств во всех графствах, поселках и приходах Англии и Уэльса для благотворительного взноса в будь основой столь благочестивого и великого начинания". Общество было возрождено специальным уставом в 1661 году, и Бойл был назначен президентом, должность, которую он продолжал занимать незадолго до своей смерти. Впоследствии общество расширило сферу своей деятельности и стало Обществом распространения Евангелия в зарубежных странах.

В том же году (1661) Бойль опубликовал "Некоторые соображения о полезности экспериментальной натурфилософии" и др., А в 1663 году - чрезвычайно интересную статью "Эксперименты и соображения, касающиеся цветов". В ходе этой статьи он описывает несколько очень красивых экспериментов с настойкой *Lignum nephriticum*, в которых становится очевидным дихроизм экстракта. Бойл обнаружил, что в проходящем свете он казался ярко-золотистого цвета, но при взгляде со стороны, с которой он был освещен, излучаемый свет был небесно-голубым, а в некоторых случаях и ярко-зеленым. Организовав эксперименты таким образом, чтобы некоторые части жидкости были видны в проходящем свете, а некоторые - в рассеянном, были получены очень красивые эффекты. Бойль пытался узнать что-нибудь о природе цветов, проецируя спектры на бумагу разного цвета и наблюдая за внешним видом бумаги при освещении несколькими спектральными лучами. Он также пропускал солнечный свет, сконцентрированный линзой, через наложенные друг на друга пластины из стекла разного цвета, позволяя свету падать на белый бумажный экран и наблюдая за оттенком света, проходящего через каждую комбинацию. Но самым интересным из этих экспериментов было фактическое смешение света разных цветов путем формирования двух спектров, одного с помощью неподвижной призмы, другого с помощью призмы, которую держали в руке, и наложения последнего на первый так, чтобы разные цвета совпали. Этот эксперимент был повторен в измененной форме почти двести лет спустя Гельмгольцем, который обнаружил, что смесь синего и желтого света дает розовый цвет. К сожалению, спектры Бойля были далеки от чистоты, поскольку источник света имел значительные размеры, и различные цвета накладывались друг на друга, как в экспериментах Ньютона, и, как следствие, некоторые из его выводов были неточными. Таким образом, синяя бумага в желтой части спектра казалась Бойлу зеленой, а не черной, но это было связано с примесью зеленого света к желтому. Он пришел к выводу, что тела кажутся черными, потому что они поглощают свет и очень мало отражают для глаза, но что поверхности белых тел состоят из бесчисленных маленьких граней, которые отражают свет во всех направлениях. В том же году он опубликовал несколько "Наблюдений над алмазом, который светится в темноте" и обширный трактат "Некоторые соображения, касающиеся стиля Священного Писания". В следующем году появилось несколько статей, вышедших из-под его пера, наиболее важной из которых были "Случайные размышления на несколько тем", о широком охвате которых можно судить по названию. Его "Новые эксперименты и наблюдения, касающиеся холода" были напечатаны в 1665 году. В этой статье

он обсудил причину силы, оказываемой водой при замерзании, методы измерения степени холода, действие замораживающих смесей и многие другие вопросы. Он утверждал, что холод, вероятно, был всего лишь побочным явлением, а не позитивным существованием.

Лорд Бэкон утверждал, что "сущностной сущностью" тепла, вероятно, является движение и ничего более, и привел несколько экспериментов и наблюдений в поддержку этого мнения. В своей статье о механическом происхождении тепла и холода Бойль утверждал, что тепло - это движение, но движение очень маленьких частиц тел, очень интенсивное и происходящее во всех направлениях; и что тепло может быть произведено любыми способами, с помощью которых частицы тел могут быть возбуждены. Однажды он заставил два куска латуни, один выпуклый, а другой вогнутый, прижаться друг к другу с помощью пружины, а затем потереть друг о друга в вакууме вращательным движением, сообщаемым стержнем, который герметично проходил через отверстие в крышке ствольной коробки, между которыми было вставлено немного наждака. Во время второго эксперимента латуни стали такими горячими, что он "не мог вынести прикосновения [своей] руки ни к одной из них". Этот эксперимент, как и растирание глыб льда Дэви в вакууме, был направлен на то, чтобы ответить на возражение о том, что тепло, выделяемое при трении, было вызвано действием воздуха. Следующий отрывок из статьи, призванный показать, что на осознание нельзя полагаться при оценке температуры, показывает, что Бойль обладал очень ясным пониманием вопроса: "Причина, на основании которой мы считаем тело холодным, по-видимому, заключается в том, что мы ощущаем менее сильное возбуждение его частиц, чем частицы наших пальцев или других частей органа осознания; и, следовательно, если температура этого органа изменится, объект покажется нам более или менее холодным, хотя сам по-прежнему имеет ту же температуру". Чтобы определить расширение воды при замораживании, он наполнил колбу и часть ножки "пробирки для колбы", или, как ее тогда обычно называли, "философского яйца", водой и, нанеся замораживающую смесь сначала на дно колбы, ему удалось заморозить воду, не повредив стекло, и обнаружил, что 82 объема воды расширились до 91-1 / 8 объема льда — расширение примерно 11-1 / 8%. Вероятно, пузырьки воздуха привели к тому, что лед приобрел больший объем, чем он имел на самом деле, истинное расширение составило около девяти процентов. от объема воды при 4 °C. Расширение воды при замораживании он использовал для того, чтобы сжать воздух в большей степени, чем ему удалось бы сжать его иным способом. Почти наполнив пробирку водой, но оставив наверху немного воздуха, а затем запечатав верхнюю часть пробирки, он заморозил воду снизу вверх, так что при расширении она сжала воздух до одной десятой его прежнего объема.

Некоторую долю внимания Бойля привлекли магнетизм и электричество. Он провел ряд экспериментов по магнитной индукции и обнаружил, что магниты, а также куски железа при нагревании и охлаждении намагничиваются под действием индукции земли. Его более поздние эксперименты с разряженными ресиверами проводились не с его первым насосом, а с двухствольным насосом, в котором поршни были соединены шнуром, проходящим через большой неподвижный шкив, так что, когда ресивер был почти разряжен, давление воздуха на опускающийся поршень в течение большей части хода почти уравнивало давление на поднимающийся поршень. В этом отношении насос отличался от Hawksbee только тем, что имел шкив и шнур вместо шестерни и двух реек. Он также напоминал насос Hawksbee тем, что имел самозакрывающиеся клапаны в поршнях и в нижней части цилиндров, которые в этом насосе имели открытые концы наверху. Поршни попеременно поднимались и опускались ногами оператора, которые помещались в стремена, по одному из которых было закреплено на

каждом поршне. Нижние части бочек были заполнены водой, через которую проходил пузырящийся воздух, и это, занимая свободное пространство, позволяло добиться гораздо более высокой степени опорожнения, чем можно было бы получить без ее использования.

В 1665 году Бойл был назначен ректором Итона, но отказался принять это назначение. Его "Гидростатические парадоксы", опубликованные примерно в это же время, содержат все обычные теоремы, касающиеся давления жидкостей под действием силы тяжести, продемонстрированные экспериментально.

В 1677 году Бойл напечатал за свой счет пятьсот экземпляров четырех Евангелий и Деяний Апостолов на малайском языке. Это был лишь один из его многочисленных вкладов в создание подобных объектов.

30 ноября 1680 года Королевское общество выбрало Бойла президентом. Он, однако, отказался принять назначение, поскольку по соображениям совести не желал приносить присягу, требуемую от президента уставом Общества.

Похоже, что очень многие рукописи Бойля, которые были написаны в переплетенных книгах, были изъяты, а другие изуродованы "едкими жидкостями". В мае 1688 года он сообщил об этом своим друзьям, но, хотя эти потери насторожили его, впоследствии он жаловался, что вся его осторожность не предотвратила потерю "шести столетий фактических данных в одном пакете", помимо множества других бумаг меньшего размера. Однако его опубликованные работы настолько многочисленны, что простое перечисление их названий заняло бы несколько страниц, многие из них посвящены медицине. Издание, вышедшее в Лондоне в 1743 году, насчитывает почти три тысячи страниц фолианта. Бойль всегда страдал слабым зрением, и поэтому отказался пересматривать свои корректуры. В рекламе к оригинальному изданию его работ издатель упомянул об этом и в то же время сослался на свои деловые обязательства в качестве оправдания того, что сам не редактировал гранки! Отчасти из-за повреждения его рукописей, а отчасти из-за ухудшения здоровья, в 1689 году он выделил два дня в неделю, в течение которых отказывался принимать посетителей, чтобы посвятить себя своей работе, и особенно восстановлению поврежденных произведений. Примерно в это же время ему удалось добиться отмены Закона, принятого на пятом году правления Генриха IV. о том, "что отныне никто не должен использовать для приумножения золото или серебро, или использовать ремесло приумножения; и если кто-либо сделает то же самое, он должен понести наказание за уголовное преступление". Этой отменой было узаконено извлечение золота и серебра из руд или из их смесей с другими металлами в этой стране при условии, что добытые таким образом золото и серебро не должны использоваться ни для чего иного, кроме "увеличения денежной массы". Любопытно, что Бойль, по-видимому, всегда верил в возможность превращения других металлов в золото.

Его сестра, леди Рэнелаг, умерла 23 декабря 1691 года, и Бойл пережил ее всего на несколько дней, потому что он умер 30 декабря, и его тело было предано земле рядом с могилой сестры в алтаре Святого Мартина-на-Полях. Доктор Шоу в своем предисловии к работам Бойля пишет: "Люди остроумные и образованные во все века занимались объяснением природы словами; но только мистер Бойль полностью посвятил себя тому, чтобы показать философию в действии. Единственное, что он постоянно держит в поле зрения, - это представить своего читателя не болтливым или умозрительным, а настоящим философом-практиком. Он сам подает пример; он проводил все возможные эксперименты с естественными телами и сообщал о них со всей

желаемой откровенностью и точностью ". Вторую часть своего трактата "Христианский виртуоз" Бойль завершил рядом афоризмов, из которых следующие хорошо отражают его взгляды на науку:

"Я думаю, христианским философам скорее подобает пытаться выяснить, могут ли они исследовать конечные причины вещей, чем без суда и следствия принимать как должное, что они не поддаются открытию".

"Книга природы - это прекрасный и большой кусок гобелена, свернутый в рулон, который мы не можем увидеть весь сразу, но должны довольствоваться ожиданием открытия его красоты и симметрии, мало-помалу, по мере того, как он постепенно становится более развернутым или выставленным на всеобщее обозрение".



БЕНДЖАМИН ФРАНКЛИН.

Среди тех, чей вклад в физику увековечил их имена в анналах науки, нет никого, кто занимал бы более заметное положение в мировой истории, чем Бенджамин Франклин. Одно время он был подмастерьем печатника, жил в малоизвестной квартире в Лондоне, а во время войны за независимость США стал одной из самых заметных фигур в Европе, и среди американцев его репутация, вероятно, не имела себе равных, не исключая генерала Вашингтона.

Профессор Лабуле говорит о Франклине: "Никто никогда не начинал с более низкой точки, чем бедный ученик из Бостона. Никто никогда не поднимался выше своими собственными силами, без посторонней помощи, чем изобретатель громоотвода. Никто не оказал большей услуги своей стране, чем дипломат, подписавший мирный договор 1783 года и обеспечивший независимость Соединенных Штатов. Лучше, чем биографии Плутарха, эта жизнь, такая долгая и хорошо наполненная, является источником вечных наставлений для всех людей. Каждый может там найти совет и пример".

Большая часть истории его жизни была написана самим Франклином, сначала в назидание членам его собственной семьи, а затем по настоятельной просьбе некоторых его друзей в Лондоне и Париже. Однако его автобиография охватывает не более первых пятидесяти лет его жизни. Первая часть была написана, когда он был гостем епископа Святого Асафа в Твайфорде; вторая часть - в Пасси, в доме месье де Шомона; и последняя часть - в Филадельфии, когда он уходил из общественной жизни в возрасте восьмидесяти двух лет. Первая часть этой автобиографии была переведена на французский язык и опубликована в Париже в 1793 году, хотя неизвестно, как рукопись попала в руки издателя. Французская версия была переведена на английский и опубликована в Англии и Америке вместе с другими работами Франклина, которые удалось собрать, прежде чем последняя часть была представлена миру внуком Франклина, которому он завещал свои работы и который впервые опубликовал их в Америке в 1817 году.

По меньшей мере триста лет семья Франклина жила на небольшом участке площадью около тридцати акров в деревне Эктон в Нортгемптоншире, старший сын, унаследовавший это имущество, всегда обучался ремеслу кузнеца. Сам Франклин "был младшим сыном младшего сына на протяжении пяти поколений назад". Его дед жил в Эктоне, пока не стал слишком стар, чтобы заниматься своим бизнесом, а затем переехал жить к своему второму сыну, Джону, который был красильщиком в Банбери. К этому делу был приучен отец Франклина, Джосайя. Старший сын, Томас, вырос кузнецом, но впоследствии стал адвокатом; другой сын, Бенджамин, был красильщиком шелка и последовал за Джосайей в Америку. Он любил писать стихи и проповеди. Последнее он написал стенографией собственного изобретения, которой научил своего племянника и тезку, чтобы тот мог использовать проповеди, если, как было предложено, он станет пресвитерианским священником. Отец Франклина, Джосайя, в 1682 году увез свою жену и троих детей в Новую Англию, где занимался торговлей сальными свечами и мыловарением. Франклин родился в Бостоне 6 января 1706 года и был младшим из семнадцати детей, из которых тринадцать выросли и женились.

Бенджамин был младшим из десяти сыновей, отец предназначал его для служения Церкви и отправил в восьмилетнем возрасте в начальную школу, где он проучился всего год, хотя и добился очень быстрых успехов в школе; поскольку его отец пришел к выводу, что он не может позволить себе расходы на обучение в колледже, и в конце года перевел его в частную коммерческую школу. В возрасте десяти лет юного Бенджамина забрали домой, чтобы он помогал обрезать фитили свечей и в остальном приносил пользу в бизнесе своего отца. О его предприимчивом характере в детстве свидетельствует следующая история, написанная его собственными словами: —

Часть мельничного пруда ограничивало солончаковое болото, на краю которого во время половодья мы обычно стояли и ловили пескарей. Сильно потоптавшись, мы превратили его в обычную трясиину. Мое предложение состояло в том, чтобы построить там причал, пригодный для того, чтобы мы могли стоять, и я показал своим товарищам большую грудку камней, которые предназначались для нового дома недалеко от болота и которые очень хорошо подошли бы для нашей цели. Соответственно, вечером, когда рабочие ушли, я собрал несколько своих товарищей по играм, и, работая с ними усердно, как многие эмметы, иногда по двое или трое на камень, мы вывезли их всех и построили нашу маленькую пристань. На следующее утро рабочие были удивлены, обнаружив пропажу камней, которые были найдены на нашей пристани. Было проведено расследование по поводу перевозчиков; нас обнаружили, и на нас пожаловались; некоторые из нас были

исправлены нашими отцами; и, хотя я ссылался на полезность этой работы, мои убедили меня, что нет ничего полезного, что не было бы честным.

До двенадцати лет Бенджамин продолжал заниматься бизнесом своего отца, но поскольку он проявлял к этому большую неприязнь, а его родители опасались, что однажды он может сбежать в море, они решили найти какое-нибудь занятие, которое больше соответствовало бы его вкусам. С этой целью отец водил его смотреть на работу различных мастеров, чтобы он мог понаблюдать за вкусами мальчика. Этот опыт был для него очень ценным, поскольку научил его выполнять множество мелких работ самостоятельно, когда найти рабочих было нелегко. В это время Бенджамин тратил большую часть своих карманных денег на покупку книг, некоторые из которых он продавал, прочитав их, чтобы купить другие. Он прочитал большую часть книг из очень ограниченной библиотеки своего отца. В основном они состояли из работ по теологическим спорам, которые, как впоследствии считал Франклин, были для него не очень прибыльными.

"В городе был еще один увлекающийся книгами парень по имени Джон Коллинз, с которым я был близко знаком. Иногда мы спорили, и очень любили спорить, и очень хотели опровергнуть друг друга, что, кстати, склонно становиться очень дурной привычкой, часто делая людей очень неприятными в компании из-за противоречий, которые необходимы для воплощения их в жизнь; и отсюда, помимо того, что мы раздражаем и портим беседу, это порождает отвращение и, возможно, вражду, когда у вас может быть повод для дружбы. Я уловил это, читая книги моего отца о спорах о религии. С тех пор я заметил, что здравомыслящие люди редко впадают в это, за исключением юристов, университетских работников и людей всех мастей, воспитанных в Эдинбурге".

В конце концов любовь Франклина к книгам побудила его отца решить сделать из него печатника. Его брат Джеймс уже занялся этим бизнесом и обосновался в Бостоне с новым прессом и шрифтами, которые он привез из Англии. Он подписал свои контракты, когда ему было всего двенадцать лет, тем самым поступив в ученики к своему брату, пока ему не исполнится двадцать один год. Знакомство, которое он завязал с книготорговцами в типографии, позволило ему брать книги лучшего класса, чем те, к которым он привык, и он часто не спал большую часть ночи, чтобы почитать книгу, которую должен был вернуть утром.

Работая со своим братом, молодой подмастерье написал две баллады, которые напечатал и продавал на улицах Бостона. Его отец, однако, высмеял это выступление; поэтому он "избежал того, чтобы стать поэтом". В то время он применил несколько оригинальный метод, чтобы улучшить написание своей прозы. Наткнувшись на странный том "*Spectator*", он купил его и перечитывал "снова и снова", желая подражать стилю. "Делая короткие заметки о чувствах в каждом предложении", он записывал их, а затем пытался переписать статьи, не глядя на оригинал. Затем, сравнив, он обнаружил свои ошибки и исправил их. Обнаружив нехватку словарного запаса, он перевел некоторые рассказы в стихи, затем перевел их в прозу, полагая, что попытка составить стихи потребует поиска нескольких слов с одинаковым значением. "Я также иногда приводил в замешательство свою коллекцию подсказок и через несколько недель пытался привести их в наилучший порядок, прежде чем начал составлять полное предложение и завершить статью. Это должно было научить меня методу в расположении моих мыслей".

Познакомившись с книгой о вегетарианстве, Франклин решил испытать эту систему. Это привело к некоторым неудобствам в ведении хозяйства его братом, поэтому Франклин

предложил жить самостоятельно, если брат отдаст ему половину суммы, которую он платил за его содержание, и из этого ему удалось сэкономить значительную сумму на покупку книг. Более того, время, необходимое для приема пищи, было настолько коротким, что обеденный перерыв предоставлял значительное время для чтения. Именно во время своего путешествия из Бостона в Филадельфию он впервые нарушил принципы вегетарианства; поскольку моряки поймали крупную треску, в ее желудке было обнаружено несколько мелких рыбешек, на что Франклин возразил, что если рыбы поедают друг друга, то не может быть никаких причин отказываться от их употребления, поэтому он питался треской всю оставшуюся часть путешествия.

Прочитав "Памятные вещи" Ксенофонта, Франклин твердо усвоил сократовский метод ведения дискуссии и стал настолько "искусным и опытным в привлечении людей, даже обладающих высшими знаниями, к уступкам, последствий которых они не предвидели", что некоторое время спустя один из его работодателей, прежде чем ответить на самый простой вопрос, часто спрашивал, какой вывод он намеревался сделать из ответа. От этой практики он постепенно отказался, сохранив лишь привычку выражать свое мнение со "скромной застенчивостью".

В 1720 или 1721 году Джеймс Франклин начал издавать газету "*Курант Новой Англии*". В этой статье, которую он помог составить и напечатать, Бенджамин стал анонимным автором. Сотрудники высоко отзывались о его вкладе, но когда стало известно об авторстве, Джеймс, похоже, начал ревновать к своему младшему брату, что в конечном итоге привело к их расставанию. Статья в газете оскорбила Ассамблею, и Джеймс был заключен в тюрьму на месяц и ему запретили печатать газету. Затем он освободил Бенджамина от его обязательств, чтобы газета могла быть опубликована от его имени. В конце концов, возникли некоторые разногласия, и Бенджамин воспользовался аннулированием своего контракта, чтобы уволиться со службы у брата. Поскольку он не мог найти работу в Бостоне, он получил билет до Нью-Йорка, откуда ему порекомендовали отправиться в Филадельфию, куда он добрался после очень трудного путешествия. Весь его запас наличности тогда состоял из голландского доллара и медяков примерно на шиллинг. Медяки он отдал лодочникам, с которыми приехал из Берлингтона. Его первое появление в Филадельфии около восьми часов воскресного утра, безусловно, было поразительным. Юноша в возрасте от семнадцати до восемнадцати лет, одетый в рабочую одежду, которая была грязной во время путешествия, с карманами, набитыми чулками и рубашками, его вид не вызывал уважения.

Потом я пошел вверх по улице, озираясь по сторонам, пока возле рыночной лавки не встретил мальчика с хлебом. Я много раз готовила на хлебе и, спросив, где он его достает, немедленно отправилась в булочную, куда он меня направил, на Секонд-стрит, и попросила бисквит, имея в виду такой, какой у нас готовят в Бостоне; но, похоже, в Филадельфии его не готовили. Потом я попросил трехпенсовую буханку, и мне сказали, что у них такой нет. Итак, не принимая во внимание и не зная ни разницы в деньгах, ни большей дешевизны, ни названия его хлеба, я попросил его дать мне что-нибудь на три пенни. Соответственно, он дал мне три большие пышные булочки. Я был удивлен таким количеством, но взял его, и, поскольку в карманах у меня не было места, я ушел, держа по булочке в каждой руке и поедая другую. Так я дошел по Маркет-стрит до Четвертой улицы, проходя мимо двери мистера Рида, отца моей будущей жены; когда она, стоя в дверях, увидела меня и подумала, что я выгляжу, как, несомненно, и было, крайне неловко, нелепо. Затем я повернулся и пошел по Честнат-стрит и части Уолнат-стрит, всю дорогу поедая свою булочку, и, придя в себя, снова оказался на пристани Маркет-стрит, рядом с лодкой, на которой я приплыл, куда зашел глотнуть речной воды; и, насытившись одной из

своих булочек, отдал две другие женщине и ее ребенку, которые плыли с нами по реке в лодке и ждали, когда можно будет плыть дальше".

В Филадельфии Франклин через джентльмена, с которым познакомился в Нью-Йорке, познакомился с типографом по имени Кеймер, который только что открыл дело со старым печатным станком, которым, по-видимому, не умел пользоваться, и парой ящиков английского типа. Здесь Франклин получал работу, когда позволял текущий бизнес, приводил в порядок пресс и работал на нем. Кеймер снял для него жилье в доме мистера Рида, и благодаря трудолюбию и экономному образу жизни Франклин оказался в стесненных обстоятельствах. Сэр Уильям Кейт был тогда губернатором Пенсильвании и, услышав о Франклине, зашел к нему в типографию Кеймера, пригласил выпить вина в соседней таверне и пообещал раздобыть для него государственную типографию, если он откроет ее для себя. Затем было решено, что Франклин вернется в Бостон первым же кораблем, чтобы посмотреть, какую помощь окажет его отец в налаживании его бизнеса. Тем временем его часто приглашали обедать в губернаторский дом. Несмотря на рекомендацию сэра Уильяма Кейта, Джосайя Франклин считал, что его сын слишком молод, чтобы брать на себя ответственность за бизнес, и пообещал помочь ему только в том случае, если к двадцати одному году он сам накопит достаточно денег, чтобы приобрести большую часть необходимого растения. По возвращении в Филадельфию он передал письмо своего отца сэру Уильяму Кейту, в котором губернатор заявлял, что он полон решимости найти там хорошего печатника, обещал сам найти средства для оснащения типографии и высказал предположение о желательности поездки Франклина в Англию для покупки завода. Он пообещал рекомендательные письма различным лицам в Англии, а также аккредитив для предоставления денег на покупку типографии. Эти письма Франклин должен был запросить, но всегда находилось какое-нибудь оправдание тому, что они не были готовы. Наконец их должны были отправить на борт корабля, и Франклин, поднявшись на борт, стал ждать писем. Когда пришли депеши губернатора, все они были сложены в сумку, и капитан пообещал передать Франклину его письма перед посадкой. Когда Франклин открыл багаж в Плимуте, там не оказалось обещанных писем, и он остался без знакомых и почти без денег, чтобы самому прокладывать себе дорогу в этом мире. В Лондоне он узнал, что губернатор Кит был хорошо известен как человек, от которого нельзя было зависеть, а что касается того, что он предоставил аккредитив, "у него не было кредита, который можно было бы предоставить".

Друг Франклина по имени Ральф сопровождал его из Америки, и они вдвоем снимали квартиру в Литтл-Британии за три шиллинга и шесть пенсов в неделю. Франклин немедленно получил работу в типографии Палмера на Бартоломью-Клоуз; но Ральф, не знавший никакого ремесла, но стремившийся к литературе, не смог найти никакой работы. Он не мог устроиться на работу даже среди канцелярских работников в качестве переписчика, поэтому в течение некоторого времени заработная плата, которую получал Франклин, должна была обеспечивать их двоих. В Palmer's Франклин работал над сочинением "Религии природы" Волластона. По этому поводу он написал короткую критическую статью, которую напечатал. Она называлась "Диссертация о свободе и необходимости, удовольствии и боли". Впоследствии он пожалел об этой публикации, но благодаря ей его познакомили с некоторыми лондонскими литераторами. Впоследствии он уволился из Palmer's и получил работу в типографии Уоттса, где оставался до конца своего пребывания в Лондоне. Способность некоторых его коллег по работе пить пиво вызвала у него удивление. Он говорит:—

У нас был мальчик из пивной, который всегда находился в доме и снабжал рабочих. Мой компаньон в издательстве выпивал каждый день пинту пива перед завтраком, пинту пива за завтраком с хлебом и сыром, пинту пива между завтраком и обедом, пинту пива за ужином, пинту пива днем, около шести часов, и еще одну, когда заканчивал свою дневную работу. Я считал это отвратительным обычаем, но он полагал, что необходимо пить *крепкое* пиво, чтобы у него были *силы* трудиться. Я пытался убедить его, что физическая сила, придаваемая пивом, может быть пропорциональна количеству зерна или муки из ячменя, растворенных в воде, из которой оно было приготовлено; что в хлебе стоимостью в пенни больше муки; и поэтому, если бы он съел его, запив пинтой воды, это придало бы ему больше сил, чем кварта пива. Однако он продолжал пить, и каждый субботний вечер ему приходилось выплачивать четыре или пять шиллингов из своего жалованья за эту мутную выпивку - расходы, от которых я был свободен. И таким образом эти бедняги всегда держат себя под контролем.

Впоследствии Франклину удалось убедить нескольких наборщиков отказаться от "своего бестолкового завтрака из пива, хлеба и сыра" ради каши из горячей каши с перцем, панировочными сухарями и маслом, которую они покупали в соседнем доме за три полпенса.

Среди попутчиков Франклина, следовавших из Филадельфии в Англию, был американский коммерсант, некий мистер Денхэм, который ранее вел дела в Бристоле, но потерпел крах и поплатился за это своими кредиторами. Затем он отправился в Америку, где вскоре сколотил состояние, и вернулся на корабле Франклина. Он пригласил всех своих старых кредиторов отобедать с ним. За ужином каждый гость обнаружил под своей тарелкой чек на остаток, который ему причитался, спроцентами на сегодняшний день. Этот джентльмен всегда оставался верным другом Франклина, который во время своего пребывания в Лондоне обращался к нему за советом, когда возникали какие-либо важные вопросы. Когда мистер Денхэм вернулся в Филадельфию с большим количеством товаров, он предложил Франклину должность клерка, которая впоследствии должна была перерасти в комиссионное агентство. Предложение было принято, и после почти трехмесячного путешествия Франклин прибыл в Филадельфию 11 октября 1726 года. Здесь он узнал, что губернатора Кита сменил майор Гордон, и, что было для него важнее, мисс Рид, с которой он был помолвлен перед отъездом в Англию и которой он написал только один раз за время своего отсутствия, вышла замуж. Вскоре после начала бизнеса мистер Денхэм умер и, таким образом, покинул Франклина, чтобы начать жизнь заново для себя. К этому времени Кеймер приобрел довольно обширное предприятие и нанял несколько рабочих рук, но ни один из них не представлял особой ценности; и он предложил Франклину взять на себя управление его типографией, очевидно, с намерением обучить своих людей их делу, чтобы впоследствии он мог обойтись без управляющего. Франклин привел в порядок типографию, начал набирать шрифт, изготавливал чернила и, при необходимости, выполнял гравюры. По мере того как другие работники совершенствовались под его руководством, Кеймер стал относиться к своему менеджеру менее вежливо и, очевидно, хотел сократить его стипендию. В конце концов, из-за вспышки гнева со стороны Кеймера Франклин уехал, но впоследствии был вынужден вернуться, чтобы подготовить медные пластины и пресс для печатания бумажных денег для Нью-Джерси.

Работая на Кеймера, Франклин основал клуб, которому было суждено оказать значительное влияние на американскую политику. Клуб собирался по вечерам в пятницу и назывался "Хунто". По сути, это было дискуссионное общество, тема для каждого вечернего обсуждения

предлагалась на предыдущем собрании. Одно из правил гласило, что существование клуба должно оставаться в секрете и что число его членов должно быть ограничено двенадцатью. Впоследствии ее членами были созданы другие подобные клубы, но существование Хунты держалось от них в секрете. Клуб просуществовал около сорока лет и стал ядром Американского философского общества, первым президентом которого был Франклин. Это, а также тот факт, что многие важные вопросы, возникшие до Провозглашения независимости, в первую очередь обсуждались в Хунте, придают клубу особое значение. Ниже приведены примеры тем, обсуждаемых клубом:—

"Является ли звук сущностью или телом?"

"Как можно объяснить феномен паров?"

"Является ли личный интерес тем рулем, который направляет человечество, универсальным монархом, которому все подчиняются?"

"Какая форма правления является наилучшей? и что это была за форма, которая первой восторжествовала среди человечества?"

"Может ли какая-то одна конкретная форма правления удовлетворить все человечество?"

"В чем причина того, что приливы в заливе Фанди выше, чем в заливе Делавэр?"

"Безопасна ли эмиссия бумажных денег?"

"В чем причина того, что люди с величайшими знаниями не самые счастливые?"

"Как можно улучшить владения Озер в наших интересах?"

"Почему бурные, тревожные ощущения связаны с нашими желаниями?"

"Должно ли целью философии быть искоренение страстей".

"Как лучше всего вылечить дымящиеся дымоходы?"

"Почему пламя свечи стремится вверх в виде шпиля?"

"Что наименее преступно — плохое действие, соединенное с добрым намерением, или хорошее действие с плохим намерением?"

"Согласуется ли с принципами свободы в свободном правительстве наказание человека как клеветника, когда он говорит правду?"

Покинув Кеймера, Франклин вступил в партнерство с одним из своих коллег по работе, Хью Мередитом, чей отец нашел необходимый капитал, и была открыта типография, которая вскоре превзошла двух своих конкурентов в Филадельфии. Промышленность Франклина привлекла внимание горожан и вселила в торговцев уверенность в перспективах нового концерна. Кеймер основал газету, которую у него не было возможности продолжать; Франклин купил ее у него за бесценок, переделал и продолжил очень энергично под названием "*Пенсильванский вестник*". Его политические статьи вскоре привлекли внимание первых лиц государства; число подписчиков быстро росло, и газета стала источником значительной прибыли. Вскоре после этого типография для Палаты представителей перешла в руки фирмы. Мередит так и не увлекся

этим бизнесом, редко бывал трезвым, и в конце концов 14 июля 1730 года его выкупил партнер. Дискуссия в Хунте о бумажных деньгах побудила Франклина опубликовать статью, озаглавленную "Природа и необходимость бумажных денег". Этот вопрос был важным в Палате представителей, но капиталисты выступили против введения бумажных денег. Однако они не смогли ответить на аргументы Франклина; дело было доведено до конца в Палате представителей, и Франклина наняли печатать деньги. Количество бумажных денег в Пенсильвании в 1739 году составляло 80 000 фунтов стерлингов; во время войны оно выросло более чем до 350 000 фунтов стерлингов.

"Чтобы сохранить свой авторитет и репутацию торговца, я позаботился не только о том, чтобы быть *вреальности* трудолюбивым и бережливым, но и о том, чтобы избегать любых проявлений обратного. Я явно драстся; меня не видели ни в каких местах праздного времяпрепровождения. Я никогда не ходил на рыбалку или охоту; книга, действительно, иногда отвлекала меня от работы, но это было редко, уютно и не вызывало скандала; и, чтобы показать, что я не стою выше своего дела, я иногда привозил домой газету, которую покупал в уличных магазинах, на тачке. Таким образом, считаясь трудолюбивым, преуспевающим молодым человеком и должным образом платя за то, что я покупал, торговцы, импортировавшие канцелярские принадлежности, обратились ко мне за помощью; другие предлагали снабдить меня книгами, и я преуспел. Тем временем кредит и бизнес Кеймера падали с каждым днем, и в конце концов он был вынужден продать свою типографию, чтобы удовлетворить своих кредиторов".

1 сентября 1730 года Франклин женился на своей бывшей *невесте*, предыдущий муж которой бросил ее и, как сообщалось, умер в Вест-Индии. Брак был очень счастливым и продолжался более сорока лет, миссис Франклин прожила до конца 1774 года. В доме молодого печатника царили трудолюбие и бережливость. миссис Франклин не только вела хозяйство, но и помогала в бизнесе, складывая и сшивая брошюры и другими способами принося пользу. Первая часть автобиографии Франклина завершается рассказом об основании первой библиотеки по подписке. Благодаря сотрудничеству членов Хунты было получено пятьдесят подписчиков, каждый из которых платил сначала по сорок шиллингов, а затем по десять шиллингов в год. "Впоследствии мы получили чартер, и компания была увеличена до ста человек. Это была мать всех подписных библиотек Северной Америки, которых сейчас так много. Это само по себе стало великим событием и постоянно увеличивается. Эти библиотеки улучшили общий разговор американцев, сделали простых торговцев и фермеров такими же умными, как большинство джентльменов из других стран, и, возможно, в какой-то степени способствовали тому, что колонии в целом заняли позицию в защиту своих привилегий".

Десять лет назад эта библиотека насчитывала от семидесяти до восьмидесяти тысяч томов.

Успех Франклина в бизнесе он объяснял в значительной степени своим ранним обучением. "Однако мои обстоятельства с каждым днем становились все легче. Мои первоначальные привычки к бережливости сохранились, и мой отец, наставляя меня, когда я был мальчиком, часто повторял Соломонову пословицу: "Видишь ли ты человека, прилежного в своем деле? он предстанет перед королями; он не предстанет перед ничтожествами", - с тех пор я рассматривал трудолюбие как средство достижения богатства и отличия, что ободрило меня, хотя "я не думал, что когда-нибудь в буквальном смысле *предстану перед королями*, что, однако, с тех пор произошло; ибо я предстал *передлатью* и даже имел честь сесть с одним из них, королем Дании, за обедом".

После женитьбы Франклин задумался о достижении морального совершенства. Он не был полностью удовлетворен результатом, но считал свой метод достойным подражания. Предполагая, что он обладает полным знанием того, что правильно, а что нет, он не видел причин, почему бы ему всегда не действовать в соответствии с этим. Его принцип состоял в том, чтобы сначала в течение недели уделять свое внимание только одной добродетели, по истечении которой, как он ожидал, практика этой добродетели войдет в привычку. Затем он добавил к своему списку еще одну добродетель и посвятил ей все свое внимание на следующую неделю, и так далее, пока не исчерпал свой список добродетелей. Затем он снова начал с начала. Поскольку его моральный кодекс включал тринадцать добродетелей, можно было пройти полный учебный план четыре раза в год. Впоследствии он потратил год на то, чтобы один раз просмотреть список, а затем потратил несколько лет на один курс. Была заведена маленькая книжечка со столбцом для каждого дня и строчкой для каждой добродетели, и в ней делались отметки за каждую неудачу, о которой можно было вспомнить на экзамене в конце дня. Легко поверить его заявлению: "Я удивлен, обнаружив, что у меня гораздо больше недостатков, чем я себе представлял; но я испытал удовлетворение, увидев, что они уменьшились".

Девизом этой моей маленькой книжки были следующие строки из "Катона" Аддисона:

"Здесь я буду держаться. Если есть Сила над нами
(а она есть, вся Природа громко вопиет
О своей работе), Он должен наслаждаться добродетелью;
И то, что Ему нравится, должно быть счастливым".

"Еще из Цицерона:—

"O vitæ Philosophia dux! O virtutum indagatrix expultrixque vitiorum! Unus dies ex præceptis tuis actus, peccanti immortalitati est antepponendus."

Еще одна цитата из "Притчей Соломоновых", говорящая о мудрости и добродетели:

"В правой руке ее - продолжительность дней, а в левой - богатство и почести. Ее пути - это пути удовольствия, и все ее пути - это мир".

"И, считая Бога источником мудрости, я считал правильным и необходимым обратиться к Нему за помощью в ее обретении; с этой целью я составил следующую небольшую молитву, которая была приложена к моим контрольным таблицам для ежедневного использования:

"О могущественная Благость! щедрый Отец! милосердный наставник! умножь во мне ту мудрость, которая раскрывает мои истинные интересы. Укрепи мою решимость исполнять то, что диктует эта мудрость. Прими мои добрые услуги другим Твоим детям как единственную в моей власти награду за Твои постоянные милости ко мне".

Иногда я также использовал небольшую молитву, которую взял из стихотворений Томсона, а именно:—

"Отец света и жизни, Ты благой всевышний!
О, научи меня тому, что хорошо; научи меня Сам!
Спаси меня от безумия, тщеславия и порока,
От всякого низменного стремления; и наполни мою душу
знанием, осознанным покоем и чистой добродетелью;
Священным, существенным, никогда не иссякающим блаженством!"

Смысл, в котором следовало понимать тринадцать добродетелей Франклина, объяснялся краткими предписаниями, которые следовали за ними в его списке. Список был следующим:—

"1. Воздержание.

"Ешьте не для отупения, не пейте для возвышения.

"2. Тишина.

"Говорите только то, что может принести пользу другим или вам самим; избегайте пустых разговоров.

"3. Порядок.

"Пусть все ваши дела будут на своих местах; пусть каждой части вашего бизнеса будет свое время.

"4. Резолюция.

"Примите решение выполнить то, что вы должны; обязательно выполняйте то, что вы решили.

"5. Бережливость.

"Не тратьте ничего, кроме как делать добро другим или себе; *то есть* ничего не тратьте впустую.

"6. Промышленность.

"Не теряйте времени; всегда занимайтесь чем-нибудь полезным; откажитесь от всех ненужных действий.

"7. Искренность.

"Не прибегай к обидному обману; думай невинно и справедливо; и, если ты говоришь, говори соответственно.

"8. Правосудие.

"Никому не причиняйте зла, причиняя вред или упуская преимущества, которые являются вашей обязанностью.

"9. Умеренность.

"Избегайте крайностей; воздерживайтесь от обид настолько сильно, насколько, по вашему мнению, они того заслуживают.

"10. Чистота.

"Не допускайте нечистоты ни на теле, ни в одежде, ни в жилище.

"11. Спокойствие.

"Не беспокойтесь по пустякам или о несчастных случаях, обычных или неизбежных.

"12. Целомудрие.

13. Смирение.

"Подражайте Иисусу и Сократу".

Последний из них был добавлен в список по предложению друга-квакера. Франклин утверждает, что приобрел большую часть *видимости* этого, но пришел к выводу, что на самом деле нет страсти, которую было бы так трудно подавить, как *гордость*. "Потому что даже если бы я мог понять, что полностью преодолел это, я, вероятно, гордился бы своим смирением". Однако добродетелью, доставлявшей ему больше всего хлопот, был порядок, а этого он так и не приобрел.

В 1732 году появился первый экземпляр "Альманаха бедного Ричарда". Эта книга готовилась, печаталась и издавалась Франклином около двадцати пяти лет подряд, и ежегодно продавалось почти десять тысяч экземпляров. Помимо обычной астрономической информации, он содержал сборник занимательных анекдотов, стихов, шуток и т.д., В то время как "небольшие промежутки между примечательными событиями в календаре" были заполнены вошедшими в поговорку высказываниями, воспитывающими трудолюбие и бережливость как способствующие добродетели. Эти высказывания были собраны и помещены в качестве предисловия к альманаху 1757 года, откуда они были скопированы в американские газеты, а затем перепечатаны большим тиражом в Англии и Франции.

В 1733 году Франклин начал изучать современные языки и приобрел достаточные знания французского, итальянского и испанского, чтобы иметь возможность читать книги на этих языках. В 1736 году он был избран секретарем Генеральной ассамблеи, на должность, на которую он ежегодно переизбирался, пока не стал членом Ассамблеи около 1750 года. Был один член, который во второй раз после его избрания произнес длинную речь против него. Франклин решил заручиться дружбой этого члена. Соответственно, он написал ему письмо с просьбой одолжить ему очень редкую и любопытную книгу, которая была в его библиотеке. Книгу одолжили и вернули примерно через неделю, с благодарственной запиской. С тех пор член клуба всегда проявлял готовность служить Франклину, и они стали большими друзьями — "Еще один пример истинности старой максимы, которую я усвоил, которая гласит: *"Тот, кто однажды оказал вам услугу, будет с большей готовностью оказать вам другую, чем тот, кому вы сами оказали услугу"*. И это показывает, насколько выгоднее благоразумно удалиться, чем возмущаться, возвращаться и продолжать враждебные действия".

В 1737 году Франклин был назначен заместителем генерального почтмейстера Пенсильвании. Впоследствии он был назначен генеральным почтмейстером колоний. Он прочитал статью в

Хунте об организации городской стражи и о целесообразности оценки жителями стоимости их помещений, чтобы поддержать ту же самую. Этот вопрос также обсуждался в других клубах, возникших из Хунты, и таким образом был подготовлен путь для принятия закона, который несколько лет спустя привел предложения Франклина в действие. Его следующим планом было создание пожарной команды, в котором он добился своего обычного успеха, за ним последовали другие клубы, пока большинство состоятельных людей в городе не стали членами того или иного клуба. Первоначальная бригада, известная как Пожарная рота Союза, была сформирована 7 декабря 1736 года. Она находилась на действительной службе с 1791 года.

Франклин основал Американское философское общество в 1743 году. Штаб-квартира общества находилась в Филадельфии, где было условлено, что в нем всегда должно быть не менее семи членов, а именно. врач, ботаник, математик, химик, механик, географ и вообще натурфилософ, не считая президента, казначея и секретаря. Другие члены могли проживать в любой части Америки. Переписка должна была вестись с Лондонским королевским обществом и Дублинским обществом, а выдержки из сообщений должны были ежеквартально рассылаться всем членам. Франклин стал первым секретарем.

Испания, несколько лет находившаяся в состоянии войны с Англией, в конце концов присоединилась к Франции. Это грозило опасностью американским колониям, поскольку Франция тогда владела Канадой, и никакой организации для их защиты не существовало. Франклин опубликовал брошюру под названием "Простая правда", в которой описывалось безоружное положение колоний и рекомендовалось сформировать добровольческие силы для оборонительных целей. Брошюра привлекла большое внимание. Франклин провел открытое собрание, на котором выступил с речью; на этом собрании в ассоциацию вступили тысяча двести человек. В конце концов число зарегистрированных членов превысило десять тысяч. Все они обеспечивали себя оружием, формировали полки и роты, избирали своих собственных офицеров и раз в неделю посещали военные учения. Франклин был избран полковником Филадельфийского полка, но отказался от назначения и служил рядовым. Предоставление военных материалов вызывало затруднения у Ассамблеи, состоявшей в основном из квакеров, которые, хотя в частном порядке, по-видимому, были согласны с тем, чтобы страна была переведена в состояние обороны, не решались голосовать против своих мирных принципов. Поэтому, когда правительство Новой Англии обратилось к Пенсильвании с просьбой предоставить порох, Ассамблея проголосовала за 3000 фунтов стерлингов "на покупку хлеба, муки, пшеницы или *другого зерна*". Галечный порошок тогда еще не был в ходу. Когда было предложено выделить 60 фунтов стерлингов, остаток которых находился в руках Пожарной компании Союза, в качестве взноса на возведение батареи под городом, Франклин предположил, что на эти деньги следует приобрести пожарную машину и что комитет должен "*купить отличное ружье, которое, безусловно, является пожарной машиной*".

"Пенсильванский камин" был изобретен в 1742 году. Патент был предложен Франклину губернатором Пенсильвании, но он отклонил его по принципу "*поскольку мы пользуемся большими преимуществами от изобретений других, мы должны быть рады возможности служить другим с помощью любого нашего изобретения; и это мы должны делать свободно и великодушно*". Один лондонский торговец скобяными изделиями внес небольшие изменения в конструкцию, которые не были улучшениями, и получил патент на камин, благодаря чему сколотил "небольшое состояние". Франклин никогда не оспаривал патент, "не имея желания самому извлекать выгоду из патентов" и "ненавидя споры". Этот камин был предназначен для

сжигания дров, но, в отличие от немецких печей, он был полностью открыт спереди, хотя и закрыт по бокам и сверху. В середине печи была образована воздушная камера, устроенная таким образом, что, пока горящие дрова соприкасались с передней частью камеры, пламя проходило над ней и за ней по пути к дымоходу. Через эту камеру проходил постоянный поток воздуха, поступающий в помещение, нагретое, но не загрязненное продуктами сгорания. Таким образом, печь обеспечивала постоянную подачу свежего теплого воздуха в помещение, при этом она обладала всеми преимуществами открытого камина. Впоследствии Франклин изобрел специальный камин для сжигания угля. В научной мысли, которую он посвятил требованиям отечественного экономиста, как и во многих других деталях, Франклин сильно напоминает нам графа Румфорта.

Следующим важным предприятием, которое Франклин предпринял, частично через посредство Хунты, было создание академии, которая вскоре переросла в Филадельфийский университет. Поскольку члены клуба затронули эту тему, следующим шагом было заручиться симпатиями более широкой аудитории, и этого Франклин добился в своей обычной манере, опубликовав брошюру. Затем он оформил подписку, выплаты которой должны были растянуться на пять лет, и таким образом получил около 5000 фунтов стерлингов. В 1749 году был снят дом и открыты школы. Классы вскоре стали слишком большими для учебного заведения, и попечители академии заняли большое здание, или "скинию", которая была возведена для Джорджа Уайтфилда, когда он проповедовал в Филадельфии. Зал был разделен на этажи и за очень небольшие деньги приспособлен к требованиям классов. Франклин, наняв партнера в своем типографском бизнесе, взял на себя надзор за работой. Впоследствии фонды были увеличены за счет английских подписей, гранта от Ассамблеи и даров земли от собственников; так был основан Филадельфийский университет.

Практически отойдя от дел, Франклин намеревался посвятить себя философским исследованиям, незадолго до этого начав свои электрические изыскания совместно с другими членами Библиотечной компании. Общественные дела, однако, навалились на него. Он был избран членом Собрания, членом совета, а затем олдерменом города, а губернатор назначил его мировым судьей. Как член Ассамблеи, он был в значительной степени заинтересован в выделении средств на строительство больницы, а также в организации мощения и уборки улиц города. В 1753 году он был назначен вместе с мистером Хантером генеральным почтмейстером Америки. Почтовое отделение колоний ранее работало в убыток. Через несколько лет под руководством Франклина она не только выплачивала стипендии ему и мистеру Хантеру, но и приносила значительный доход короне. Но заслуги Франклина были признаны не только в ведении государственных дел. К этому времени он закрепил за собой репутацию электрика, и Йельский колледж и Кембриджский университет (Новая Англия) присвоили ему почетную степень магистра искусств. В том же году, когда он был назначен генеральным почтмейстером Америки, он был награжден медалью Копли и избран членом Лондонского королевского общества, при этом обычные гонорары в его случае не выплачивались.

До своего избрания членом Франклин в течение нескольких лет занимал должность секретаря Ассамблеи, и он имел обыкновение скрашивать скучные дебаты, забавляясь построением магических кругов и квадратов, и "приобрел в этом такой навык", что мог "заполнять ячейки любого магического квадрата разумного размера серией чисел с такой скоростью, с какой "он" мог их написать". Много лет спустя мистер Логан показал Франклину французский фолиант, заполненный магическими квадратами, а затем магический "квадрат 16", который, по мнению

мистера Логана, должен был быть произведением большого труда, хотя "он" мог их написать". он обладал только общими свойствами составлять 2056 в каждом ряду, горизонтальном, вертикальном и диагональном. Вечером Франклин нарисовал квадрат, показанный на противоположной странице. Это я отправил нашему другу на следующее утро, который через несколько дней отправил это обратно в письме со следующими словами: "Я возвращаю тебе твой удивительный и изумительнейший фрагмент "волшебного квадрата", в котором ..." но комплимент слишком экстравагантен, и поэтому, как ради него, так и ради меня самого, я не должен его повторять. Да в этом и нет необходимости; ибо я не сомневаюсь, что вы с готовностью признаете, что этот квадрат из 16 является самым волшебным из всех магических квадратов, когда-либо созданных каким-либо волшебником".

Квадрат обладает следующими свойствами: —Каждый прямой ряд из шестнадцати чисел, будь то вертикальный, горизонтальный или диагональный, составляет 2056.

Каждый изогнутый ряд из шестнадцати чисел, как показано диагональными линиями на рисунке, составляет 2056.

Если в листе бумаги вырезать квадратное отверстие, чтобы через него было видно всего шестнадцать маленьких квадратиков, и положить бумагу на магический квадрат, то, куда бы ни была положена бумага, сумма шестнадцати чисел, видимых через отверстие, будет равна 2056.

200	217	232	249	8	25	40	57	72	89	104	121	136	153	168	181
58	39	26	7	250	231	218	199	186	167	154	135	122	103	90	71
198	219	230	251	6	27	38	59	70	91	102	123	134	155	166	187
60	37	28	5	252	229	220	197	188	165	156	133	124	101	92	69
201	216	233	248	9	24	41	56	73	88	105	120	137	152	169	184
55	42	23	10	247	234	215	202	183	170	151	138	119	106	87	74
20	214	235	240	11	22	43	54	75	86	107	118	139	150	171	182
53	44	21	12	245	230	213	204	181	172	140	140	117	108	85	76
205	212	237	244	13	20	45	52	77	84	100	116	141	148	173	180
51	46	19	14	243	238	211	206	179	174	147	142	115	110	83	78
207	210	239	242	15	18	47	50	79	82	111	114	143	146	175	178
49	48	17	16	241	240	209	208	177	176	145	144	113	112	81	80
190	221	228	253	4	29	36	61	68	93	100	125	132	157	164	189
62	35	30	3	254	227	222	195	190	163	158	131	126	90	94	67
194	223	226	255	2	31	34	63	66	95	98	127	130	159	162	191
64	33	32	1	256	225	224	193	192	161	160	129	128	97	96	65

200	217	232	249	8	25	40	57	72	89	104	121	136	153	168	185
58	39	26	7	250	231	218	199	186	167	154	135	122	103	90	71
198	219	230	251	6	27	38	59	70	91	102	123	134	155	166	187
60	37	28	5	252	229	220	197	188	165	156	133	124	101	92	69
201	216	233	248	9	24	41	56	73	88	105	120	137	152	169	184
55	42	23	10	247	234	215	202	183	170	151	138	119	106	87	74
203	214	235	246	11	22	43	54	75	86	107	118	139	150	171	182
53	44	21	12	245	236	213	204	181	172	149	140	117	108	85	76
205	212	237	244	13	20	45	52	77	84	109	116	141	148	173	180
51	46	19	14	243	238	211	206	179	174	147	142	115	110	83	78
207	210	239	242	15	18	47	50	79	82	111	114	143	146	175	178
49	48	17	16	241	240	209	208	177	176	145	144	113	112	81	80
196	221	228	253	4	29	36	61	68	93	100	125	132	157	164	189
62	35	30	3	254	227	222	195	190	163	158	131	126	99	94	67
194	223	226	255	2	31	34	63	66	95	98	127	130	159	162	191
64	33	32	1	256	225	224	193	192	161	160	129	128	97	96	65

В 1754 году война с Францией снова казалась неминуемой, и был созван Съезд уполномоченных от нескольких колоний. Конечно, Франклин был одним из представителей Пенсильвании, а также одним из членов, которые независимо разработали план объединения всех колоний под властью одного правительства для оборонительных и других общих целей, и это был его план, окончательно одобренный Конгрессом для объединения, хотя он не был принят Собраниями или английским правительством, поскольку первые считали, что в нем слишком много *прерогатив*, а вторые - что он слишком *демократичен*. Франклин писал по поводу этой схемы: "Различные и противоположные причины неприязни к моему плану заставляют меня подозревать, что это действительно было истинное средство; и я по-прежнему придерживаюсь мнения, что было бы лучше для обоих берегов, если бы он был принят. Объединенные таким образом колонии были бы достаточно сильны, чтобы защитить себя; тогда не было бы необходимости в войсках Англии; конечно, можно было бы избежать последующего предлога обложить Америку налогами и вызванного этим кровавого противостояния".

С этой войны против Франции началась борьба Собраний и собственников по вопросу обложения налогом поместий последних. Губернаторы получили строгие инструкции не утверждать никаких законопроектов о сборе денег на нужды обороны, если только поместья собственников не были специально освобождены от налога. Ассамблея Пенсильвании приняла решение выделить 10 000 фунтов стерлингов для оказания помощи правительству Массачусетского залива в нападении на Краун-Пойнт, но губернатор отказался одобрить законопроект о сборе денег. На этом этапе Франклин предложил схему, с помощью которой деньги могли быть собраны без согласия губернатора. Его план увенчался успехом, и на какое-то время трудность была преодолена, но ей было суждено повторяться снова и снова в ходе войны.

Британское правительство, не одобряя план объединения, при помощи которого колонии могли бы защитить себя, направило генерала Брэддока в Виргинию с двумя полками регулярных войск. По прибытии они обнаружили, что невозможно раздобыть повозки для перевозки своего багажа, и генерал поручил Франклину доставить их в Пенсильванию. Дав свое личное поручительство за их безопасность, Франклин сумел нанять сто пятьдесят фургонов, запряженных четырьмя лошадьми, и двести пятьдесят девять вьючных лошадей. Его скромные предупреждения о засадах индейцев были проигнорированы генералом, маленькая армия была разбита на куски, а оставшиеся обратились в бегство, пожертвовав всем своим багажом и припасами. Британское правительство так и не возместило Франклину полностью те выплаты, которые ему пришлось произвести в связи с провизией, которую генерал поручил ему закупить для нужд армии.

После этого Франклин некоторое время выступал в чисто военном качестве, поддавшись на уговоры губернатора взять на себя защиту северо-западной границы, собрать войска и построить линию фортов. После строительства и укомплектования трех деревянных фортов он был отозван Собранием, отношения которого с губернатором становились все более и более напряженными. Наконец, Ассамблея решила послать Франклина в Англию, чтобы представить королю петицию относительно поведения собственников, а именно. Ричард и Томас Пенны, преемники Уильяма Пенна. Палата представителей подготовила законопроект о выделении 60 000 фунтов стерлингов для использования королем на оборону провинции. Губернатор отказался принять его, поскольку собственность не была освобождена от налогообложения. Петиция королю была составлена, и багаж Франклина находился на борту корабля, который должен был доставить его в Англию, когда генерал лорд Лаудон попытался договориться между сторонами. Губернатор сослался на свои инструкции и данные им обязательства по их выполнению, и Ассамблею убедили переработать законопроект в соответствии с пожеланиями губернатора. Это было сделано в знак протеста; тем временем корабль Франклина с его багажом отплыл. После долгих ненужных задержек из-за неспособности генерала принять решение об отправке пакетботов Франклин наконец выбрался из Нью-Йорка и, чудом избежав кораблекрушения у Фалмута, 27 июля 1757 года добрался до Лондона.

По прибытии в Лондон Франклин был представлен лорду Грэнвиллу, который сказал ему, что инструкции короля являются законами в колониях. Франклин ответил, что он всегда понимал, что Собрания принимают законы, для принятия которых требуется только согласие короля. "Я вспомнил, что примерно двадцать лет назад пункт в законопроекте, внесенном в парламент министерством, предлагал сделать королевские инструкции законами в колониях, но этот пункт был отклонен Палатой общин, за что мы обожали их как наших друзей и сторонников свободы, пока из-за их поведения по отношению к нам в 1765 году не создалось впечатление, что они отказали королю в этом пункте суверенитета только для того, чтобы оставить его за собой". Вскоре после этого была назначена встреча между Франклином и владельцами в доме мистера Т. Пенна; но их мнения были настолько противоречивы, что после некоторого обсуждения Франклина попросили изложить им в письменном виде основные положения своих жалоб, и весь вопрос был передан на рассмотрение прокурора и генерального солиситора. Прошел почти год, прежде чем было высказано это мнение. Затем собственники связались напрямую с Ассамблеей, но тем временем губернатор Денни дал согласие на законопроект о сборе 100 000 фунтов стерлингов в пользу короля, в котором было предусмотрено, что имущество, находящееся в собственности, должно облагаться налогом вместе с другими. Когда этот законопроект дошел до Англии, собственники решили воспротивиться получению

королевского одобрения. Франклин нанял адвоката от имени Ассамблеи, и благодаря его обязательству о том, что оценка должна проводиться справедливо между состояниями собственников и других лиц, биллю было разрешено пройти.

К этому времени карьера Франклина как научного исследователя практически подошла к концу. Политические дела почти полностью занимали его внимание, и в каком-то смысле дипломат заменил философа. Его публичная научная карьера была непродолжительной. Можно сказать, что это началось в 1746 году, когда мистер Питер Коллинсон подарил "электрическую трубку" Библиотечной компании в Филадельфии, за чем некоторое время спустя последовал подарок полного комплекта электрического оборудования от владельцев, но к 1755 году время Франклина было настолько поглощено государственными делами, что возможностей для экспериментальной работы оставалось очень мало. На протяжении всей своей жизни он часто выражал в своих письмах свое сильное желание вернуться к философии, но такая возможность так и не представилась, и когда в возрасте восьмидесяти двух лет он был освобожден от общественных обязанностей, его сил оказалось недостаточно, чтобы он смог завершить даже свою автобиографию.

Именно во время визита в Бостон в 1746 году Франклин встретился с доктором Спенсом, шотландцем, который провел несколько электрических экспериментов. Вскоре после его возвращения в Филадельфию трубка прибыла от мистера Коллинсона, и Франклин приобрел значительную сноровку в ее использовании. Его дом был постоянно полон посетителей, которые приходили посмотреть на эксперименты, и, чтобы сократить время, он приказал выдуть несколько похожих трубок в стеклянной мастерской, и их он раздал своим друзьям, так что вскоре в Филадельфии появилось несколько "исполнителей". Одним из таких был мистер Киннерсли, который, не имея другой работы, был уговорен Франклином стать странствующим лектором. Франклин составил схему проведения лекций, и Киннерсли приобрел несколько хорошо сконструированных инструментов по грубым самодельным моделям Франклина. Киннерсли и Франклин, по-видимому, много работали вместе, и когда Киннерсли путешествовал с лекциями, каждый делился с другим результатами своих экспериментов. Франклин отправил свои документы мистеру Коллинсону, который представил их Королевскому обществу, но поначалу они не были признаны достойными места в "Трудах". Статья о тождестве молнии и электричества была отправлена доктору Митчеллу, который прочитал ее в Королевском обществе, когда над ней "посмеялись знатоки". Впоследствии эти статьи были опубликованы в виде брошюры, но поначалу не привлекли особого внимания в Англии. По рекомендации графа де Бюффона они были переведены на французский. Аббат Нолле, который ранее опубликовал собственную теорию, касающуюся электричества, написал и опубликовал том писем, защищающих его теорию и отрицающих точность некоторых экспериментальных результатов Франклина. На эти письма Франклин ничего не ответил, но на них ответил г-н Леруа. Г-н де Лор обязался повторить в Париже все эксперименты Франклина, и они были проведены перед королем и двором. Не удовлетворившись экспериментами, которые Франклин действительно проводил, он попробовал те, которые были только предложены, и так был первым, кто получил электричество из облаков с помощью заостренного стержня. Этот эксперимент произвел повсюду большую сенсацию и впоследствии был повторен Франклином в Филадельфии. Статьи Франклина были переведены на итальянский, немецкий и латынь; его теория получила практически всеобщее признание, и было выражено большое удивление по поводу того, что его статьи вызвали так мало интереса в Англии. Затем доктор Ватсон составил краткое изложение всех работ Франклина, и оно было опубликовано в "Philosophical

Transactions"; мистер Кантон проверил эксперимент по получению электричества из облаков с помощью заостренного стержня, и Королевское общество наградило Франклина медалью Копли за 1753 год, которую вручил ему губернатор Денни.

Теперь мы должны кратко рассказать о вкладе Франклина в науку об электричестве.

"Первое - это замечательный эффект заостренных тел, как в *оттягивании*, так и в *отбрасывании* электрического огня".

Следует заметить, что это утверждение сделано на языке теории *единой* жидкости, автором которой можно считать Франклина. Вскоре мы снова обратимся к этой теории. Франклин наэлектризовал пушечное ядро так, что оно оттолкнуло пробку. Когда он приблизил к нему острие пробки, отталкивание исчезло. Тупое тело нужно было поднести достаточно близко, чтобы прошла искра, чтобы произвести тот же эффект. "Чтобы доказать, что электрический огонь *отводится* острием, если вы вынете лезвие ножа из деревянной ручки и закрепите его на палочке сургуча, а затем поднесете его на вышеупомянутое расстояние или поднесете очень близко, такого эффекта не последует; но проведите пальцем по воску, пока не коснетесь лезвия, и шар немедленно полетит к цели. Если вы поместите острие в темноте, вы увидите, иногда на расстоянии фута или более, на нем собирается свет, подобный свету светлячка; чем менее острое острие, тем ближе вы должны поднести его, чтобы рассмотреть свет; и на каком бы расстоянии вы ни видели свет, вы можете отключить электрический огонь и уничтожить отталкивающее средство".

Приложив иглу к броску, Франклин показал, "что очки *отбрасывают*, а и притягивают к себе" электрический огонь". Было обнаружено, что пламя свечи с острым концом одинаково эффективно отводит электричество от заряженного проводника. Эффект пламени свечи Франклин объяснил предположением, что частицы, отделившиеся от свечи, сначала "притягиваются, а затем отталкиваются, унося с собой электрическую материю". Эффект точек является прямым следствием закона электрического отталкивания. Когда проводник наэлектризован, плотность электричества наибольшая там, где кривизна наибольшая. Таким образом, если несколько сфер наэлектризованы от одного и того же источника, плотность электричества на разных сферах будет изменяться обратно пропорционально их диаметрам. Сила, стремящаяся вытеснить электричество из проводника, везде пропорциональна плотности и, следовательно, в случае сфер будет наибольшей для самой маленькой сферы. Согласно этому принципу, плотность электричества на идеально острой точке, если бы таковая могла существовать, на заряженном проводнике, была бы бесконечной, и сила, стремящаяся оттолкнуть ее, также была бы бесконечной. Следовательно, умеренно острого острия достаточно для отвода электричества от сильно заряженного проводника или для его нейтрализации, если острие подключено к земле и поднесено к проводнику так, чтобы оно было наэлектризовано индукцией.

Затем Франклин обнаружил, что если человек, протирающий электрическую трубку, встанет на кусок смолы, а человек, принимающий заряд из трубки, также встанет на изолирующую подставку, то между этими двумя людьми пройдет более сильная искра, чем между любым из них и землей; что после того, как пройдет искра, ни один из людей не будет наэлектризован, хотя раньше каждый казался наэлектризованным. Эти эксперименты навели на мысль *оположительной* и *отрицательной* электрификации; и Франклин, рассматривая электрическую жидкость как соответствующую положительной электрификации, заметил, что

"вы можете распространять ее, как показал мистер Уотсон; вы также можете накапливать или отнимать ее на любом теле или из него, соединяя это тело с резиной или с приемником, при этом общий запас отключается". Таким образом, Франклин рассматривал электричество как жидкость, определенным количеством которой обладает все в своем нормальном состоянии; что при соответствующих средствах часть жидкости может быть удалена из одного тела и передана другому. Первое затем электризуется отрицательно, второе положительно, и все процессы, посредством которых электризуются тела, состоят в отводе электричества от одного тела или системы и передаче его другому. Он рассматривал электрическую жидкость как отталкивающую саму себя и притягивающую материю. Впоследствии Эпин добавил предположение, что материя, лишенная электричества, обладает способностью к самоотталкиванию, и таким образом завершил "теорию одной жидкости" и объяснил отталкивание, наблюдаемое между отрицательно наэлектризованными телами.

Для внутренней отделки лейденских кувшинов, или склянок, как их тогда обычно называли, обычно использовалась вода. Франклин заменил воду гранулированным свинцом, тем самым улучшив изоляцию за счет сохранения стекла сухим. С этими склянками он провел множество остроумных экспериментов и имитировал молнию, разряжая их через позолоту зеркала или золотые линии на обложке книги. Он обнаружил, что внутренняя и внешняя арматура его лейденских банок были противоположно наэлектризованы. "Здесь у нас есть бутылка, содержащая одновременно объем электрического огня и *вакуум* того же огня; и все же равновесие между ними может быть восстановлено только посредством сообщения *извне!* хотя пленум яростно стремится расшириться, и голодный вакуум, кажется, столь же яростно притягивается, чтобы быть заполненным ". Франклин хорошо понимал, как заряжать лейденские банки каскадным способом, то есть изолируя все банки, кроме последней, соединяя внешнюю арматуру первой с внутренней арматурой второй и так далее по всей серии, и он также знал, что с помощью этого метода степень, в которой каждая банка может заряжаться от данного источника, изменяется обратно пропорционально количеству банок. Им также была произведена разрядка лейденской банки с помощью альтернативных контактов; и он обнаружил, что, если банку сначала поставить на изолирующую подставку, ее можно удерживать за крючок (или ручку), не разряжая. На самом деле Франклин, по-видимому, знал о Лейденской банке почти столько же, сколько известно сегодня. Он обнаружил, что, когда арматуры вынимаются из банки, между ними не проходит разряд, но когда к стеклу подводится новая пара арматур, банку можно опорожнить. "Мы придерживаемся мнения, что на самом деле электрического огня во флаконе после того, что называется его *зарядкой*, не больше, чем до, и не меньше, чем после его *разрядки*; за исключением лишь небольшой искры, которая может быть передана неэлектрическому веществу и извлечена из него, если отделить его от бутылки, и эта искра может быть не равна пятисотой части того, что называется взрывом.

"Склянка не подвергнется тому, что называется *зарядкой*, если только из нее не выйдет столько огня, сколько будет добавлено другим способом.

"Когда бутылка заряжена обычным способом, ее *внутренняя* и *наружная* поверхности готовы, одна для подачи огня крючком, другая для приема его оболочкой; одна полна и готова к выбросу, другая пуста и чрезвычайно голодна; но, как первая не будет *выдавать*, если другая не сможет в то же время *получать*, так и последняя не получит, если первая не сможет в то же время выдавать. Когда можно сделать и то, и другое одновременно, это делается с невообразимой быстротой и насилием".

Далее следует очень красивая иллюстрация состояния стекла в лейденской банке.

"Таким образом, прямая пружина (хотя сравнение не во всех деталях согласуется), будучи сильно согнутой, должна, чтобы восстановиться, сжать ту сторону, которая при сгибании была растянута, и растянуть ту, которая была сжата; если любая из этих двух операций затруднена, другая не может быть выполнена.

Аналогичным образом, стекло содержит в своем составе всегда одинаковое количество электрического заряда, и это очень большое количество пропорционально массе стекла, как будет показано ниже.

"Это количество пропорционально стеклу, которое оно прочно и упрямо удерживает, и его не будет ни больше, ни меньше, хотя его составные части и положение будут изменены; *т.е.* Мы можем убрать часть стекла с одной из сторон при условии, что мы добавим равное количество в другую".

"Вся сила удара бутылки заключена в самом стакане; незлектрические элементы, контактирующие с двумя поверхностями, служат только для того, чтобы *отдавать* и *получать* от нескольких частей стакана, то есть отдавать с одной стороны и отнимать с другой".

Все эти утверждения были, насколько это было возможно, полностью подтверждены экспериментально. Они совершенно согласуются со взглядами Кавендиша и клерка Максвелла, и, хотя фразеология в них отличается от фразеологии современных учебников, сами утверждения вряд ли могут быть улучшены сегодня.

Одним из ранних изобретений Франклина был электромотор, приводимый в действие попеременным электрическим притяжением и отталкиванием свинцовых пуль, которые разряжали лейденские банки с помощью попеременных контактов. Франклин завершил свой отчет об этих экспериментах следующим образом:

Немного огорченный тем, что мы до сих пор не смогли произвести ничего полезного для человечества, и приближающейся жаркой погодой, когда электрические эксперименты не так приятны, предлагается положить им конец на этот сезон, несколько шутливо, на увеселительной вечеринке на берегах Скуилкила. В то же время духи должны воспламеняться искрой, посылаемой из стороны в сторону через реку, без какого—либо другого проводника, кроме воды, - эксперимент, который мы некоторое время назад провели, к изумлению многих. Индейка будет убита для нашего ужина *электрическим разрядом* и поджарена на *электрической розетке* перед огнем, разжигаемым *электрифицированной бутылкой*, когда здоровье всех знаменитых электриков Англии, Голландии, Франции и Германии будет выпито в *электрифицированных бокалах* под выстрелами из *электрической батареи*.

Электрическая батарея Франклина состояла из одиннадцати больших стеклянных панелей, покрытых с каждой стороны листовым свинцом. Наэлектризованный бампер представлял собой тонкий стакан, почти наполненный вином и наэлектризованный, как лейденская банка, так что удар проходил через губы.

Теория Франклина о том, каким образом грозовые тучи наэлектризовываются, как он обнаружил, не согласуется с его последующими экспериментами. Однако в статье, которую он

написал, объясняющей эту теорию, он демонстрирует некоторые знания о влиянии соприкосновения проводников на уменьшение их емкости. Он утверждает, что два ружейных ствола, наэлектризованные в равной степени, а затем соединенные, дадут искру на большем расстоянии, чем один в отдельности. Поэтому он спрашивает: "На какое большое расстояние может ударить наэлектризованное облако площадью в десять тысяч акров и испустить свой огонь, и насколько громким должен быть этот треск?"

"Электрическая искра, вылетевшая из тела неправильной формы на некотором расстоянии, вряд ли когда-либо бывает прямой, но выглядит изогнутой и колышущейся в воздухе. То же самое можно сказать и о вспышках молний, поскольку облака представляют собой тела очень неправильной формы.

"Когда наэлектризованные облака проходят над страной, высокие холмы и деревья, высокие башни, шпили, мачты кораблей, дымовые трубы и т.д., в виде множества выступов и точек, притягивают электрический огонь, и все облако разряжается там.

Поэтому опасно укрываться под деревом во время грозы. Это было смертельно для многих, как для людей, так и для животных.

"Находиться в открытом поле безопаснее по другой причине. Когда одежда мокрая, если молния, падая на землю, ударит вас в голову, она может растечься в воде по поверхности вашего тела; тогда как, если бы ваша одежда была сухой, она прошла бы через тело, потому что кровь и другие жидкости, содержащие так много воды, являются более надежными проводниками.

"Следовательно, мокрая крыса не может быть убита взрывающейся электрической бутылкой [квартовой банкой], в то время как сухая крыса может".

В приведенных выше цитатах мы видим, так сказать, зародыш громоотвода. Это было развито в письме, адресованном мистеру Коллинсону и датированном 29 июля 1750 года. Следующие цитаты дадут представление о его содержании:—

"Электрическая материя состоит из чрезвычайно тонких частиц, поскольку она может проникать в обычную материю, даже в самые плотные металлы, с такой легкостью и свободой, что не встречает никакого ощутимого сопротивления.^[1]

^[1] Франклин знал о сопротивлении проводников (см. стр. 96).

"Если кто-либо усомнится в том, проходит ли электрическая материя через вещество тел или только поверх и вдоль их поверхностей, удар большой стеклянной банки, наэлектризованной электричеством, пропущенный через его собственное тело, вероятно, убедит его.

"Обычная материя - это своего рода губка для электрической жидкости.

"Мы знаем, что электрическая жидкость находится в обычном веществе, потому что мы можем откачивать ее из шара или трубки. Мы знаем, что обычной материи почти столько, сколько она может содержать, потому что, когда мы добавляем немного больше к любой ее части, дополнительное количество не попадает внутрь, а образует электрическую атмосферу".

Чтобы проиллюстрировать действие громоотвода на грозовую тучу, Франклин подвесил к потолку пару весов на перекрученной бечевке так, чтобы балка вращалась. На пол, в таком положении, чтобы весы проходили над ним, он поместил тупой стальной перфоратор. Весы были подвешены на шелковых нитях, и одна из них была наэлектризована. Когда он проходил над пуансоном, он опускался к нему и иногда разряжался в него искрой. Когда иглу помещали острием вверх сбоку от перфоратора, притяжения не было заметно, поскольку игла освобождала чашу весов до того, как приближалась к ней.

Теперь, если огонь электричества и огонь молнии - одно и то же, как я пытался показать в целом в предыдущей статье ... эти шкалы могут представлять наэлектризованные облака.... Горизонтальное движение весов по полу может представлять движения облаков над землей и возводить железный удар холм или высокое здание, и тогда мы видим, как электризуются облака, проходя над холмами и высокими зданиями на слишком большой высоте, чтобы нанести удар, может быть привлечено меньше, пока в пределах их досягаемости; и, наконец, если игла фиксируется на удар, с его точки в вертикальном положении, или даже на полу под удар, будем рисовать огонь от масштаба молча на гораздо большей, чем расстояние удара, и поэтому не допустить ее к убыванию удар; или если в ходе нее он бы приблизится достаточно, чтобы нанести удар, но, будучи сначала лишил его огнем, он не может, и ударить, таким образом, защищены от ее удара,—говорю я, - если все это так, может и не знания, это сила очков оказаться полезной для человечества, в сохранении дома, церкви, судов и т. д., от удара молнии, направляя нас, чтобы исправить, на самой высокой части тех строений, в вертикальном положении стержней из железа сделаны острые, как иглы, и позолоты для предотвращения коррозии, и от подножия этих удилиц провод снаружи здания в земле или на одной из ванты корабля, и вниз ее сторону, пока не достигнет воды? Разве эти заостренные стержни, вероятно, не вытянули бы электрический огонь бесшумно из облака до того, как оно приблизилось бы достаточно, чтобы ударить, и тем самым обезопасили бы нас от этого самого внезапного и ужасного бедствия?"

Далее Франклин предполагает возможность получения электричества из облаков с помощью заостренного стержня, закрепленного на крыше высокого здания и изолированного. Такой прут он впоследствии соорудил в своем собственном доме. Другой стержень, соединенный с землей, он поднес на расстояние шести дюймов от него и, прикрепив к каждому стержню по маленькому колокольчику, подвесил на шелковой нити маленький шарик или хлопушку, чтобы он мог ударить по любому колокольчику, когда притянется к нему. При приближении грозовой тучи, а иногда и когда поблизости не было облаков, звенели колокольчики, указывая на то, что стержень сильно наэлектризован. Однажды Франклина потревожил громкий шум, и, выйдя из своей спальни, он обнаружил, что между колоколами происходит, по-видимому, непрерывный и очень яркий разряд, образующий огненную струю размером примерно с карандаш.

Очень красивым экспериментом Франклина был эксперимент с *золотой рыбкой*. Небольшой кусочек сусального золота разрезают на четырехугольник, имеющий один из углов около 150°, противоположный угол около 30 ° и два других прямых угла. "Если вы возьмете его за хвост и будете держать на расстоянии фута или больше по горизонтали от основного проводника, он, когда отпустите, полетит к нему быстрым, но колеблющимся движением, как угорь в воде; затем он пройдет под основным проводником, возможно, на расстоянии четверти или половины дюйма, и будет постоянно трясти хвостом, как рыба, так что он будет казаться оживленным. Поверните его хвостом к основному проводнику, и тогда он подлетит к вашему пальцу и,

кажется, покусает его. И если вы поднесете к нему [оловянную] пластинку на расстоянии шести или восьми дюймов и перестанете вращать глобус, то, когда электрическая атмосфера проводника иссякнет, он опустится на пластинку и несколько раз проплывет обратно тем же рыбообразным движением; к большому удовольствию зрителей. Немного попрактиковавшись в затуплении или заточке вершин или хвостов этих фигур, вы сможете расположить их по желанию, ближе или дальше от наэлектризованной пластины ".

При разрядке аккумулятора Франклину удалось расплавить и улетучить листовое золото, тонкие полоски фольги и т.д. Его взгляды на природу света лучше всего передать его собственными словами.

"Я не удовлетворен доктриной, которая предполагает, что частицы материи, называемые светом, постоянно отрываются от поверхности солнца с такой поразительной быстротой! Разве мельчайшая мыслимая частица не должна обладать при таком движении силой, превышающей силу двадцатичетырехфунтового снаряда, выпущенного из пушки?... И все же эти частицы, обладающие таким удивительным движением, не будут разгонять перед собой и не уберут наименьшую и легчайшую пыль, с которой они встретятся.

"Не могут ли все явления света быть более удобно разрешены предположением, что вселенское пространство заполнено тончайшей эластичной жидкостью, которая в состоянии покоя невидима, но вибрации которой воздействуют на это тонкое чувство в глазу, как вибрации воздуха воздействуют на более грубые органы слуха?" В случае со звуком мы не представляем себе, что какие-либо звонкие частицы вылетают, например, из колокола и летят по прямой к уху; почему мы должны верить, что светящиеся частицы покидают солнце и попадают в глаз? Некоторые бриллианты, если их потереть, блестят в темноте, не теряя ни малейшей части своего вещества. Я могу сделать электрическую искру такой же величины, как пламя свечи, намного ярче и, следовательно, видимой дальше; однако это делается без топлива; и я убежден, что в таком случае никакая часть электрического флюида не улетает в отдаленные места, а вся идет прямо и ее можно найти в том месте, куда я ее предназначу. Не могут ли различные степени вибрации вышеупомянутого универсального медиума вызывать появление различных цветов? Я думаю, что электрическая жидкость всегда одна и та же; однако я нахожу, что более слабые и более сильные искры различаются по видимому цвету, некоторые белые, синие, фиолетовые, красные: самые сильные - белые; слабые - красные. Таким образом, различные степени вибрации, передаваемые воздуху, производят семь различных звуков в музыке, аналогичных семи цветам, но среда, воздух, одна и та же".

М-р Киннерсли обратил внимание Франклина на тот факт, что серный шарик при растирании вызывает электризацию, противоположную той, которую вызывает стеклянный шарик, Франклин повторил эксперимент и заметил, что разряд с конца провода, соединенного с проводником, в обоих случаях отличался, будучи "длинным, большим и сильно расходящимся, когда используется стеклянный шарик, и издает щелкающий (или дребезжащий) звук; но когда используется серный шарик, он короткий, слабый и издает шипящий звук; и как раз обратное из обоих случаев происходит, когда вы держите стеклянный шарик ". одна и та же проволока у вас в руке, и глобусы обрабатываются попеременно.... Когда кисть длинная, крупная и сильно расходящаяся, кажется, что тело, к которому она присоединена, выбрасывает огонь наружу; а когда появляется противоположное, кажется, что оно впитывает его ".

19 октября 1752 года Франклин написал мистеру Питеру Коллинсону следующее:—

Поскольку в публичных газетах Европы часто упоминается об успехе филаделфийского эксперимента по извлечению электрического огня из облаков с помощью заостренных железных прутьев, установленных на высоких зданиях и т.д., любопытным может быть приятно узнать, что такой же эксперимент удался в Филадельфии, хотя был проведен другим и более простым способом, который заключается в следующем:—

Сделайте небольшой крест из двух легких полосок кедра такой длины, чтобы при растяжении они доставали до четырех углов большого тонкого шелкового носового платка. Привяжите уголки носового платка к концам креста, так у вас получится туловище воздушного змея; который, будучи должным образом снабжен хвостом, петлей и бечевкой, будет подниматься в воздух, как бумажный; но этот платок из шелка лучше переносит сырость и ветер от порывов грома, не разрываясь. К верхней части вертикальной палки креста должна быть прикреплена очень заостренная проволока, возвышающаяся на фут или более над деревом. К концу бечевки, рядом с рукой, нужно привязать шелковую ленту, а в месте соединения шелка и бечевки можно прикрепить ключ. Этот воздушный змей должен быть поднят при приближении порыва ветра, и человек, который держит бечевку, должен стоять в дверях или у окна или под каким-нибудь укрытием, чтобы шелковая лента не намокла, и необходимо следить за тем, чтобы бечевка не касалась дверной или оконной рамы. Как только какая-нибудь из грозовых туч надвинется на воздушного змея, заостренная проволока вытянет из них электрический огонь, и воздушный змей со всей бечевкой будет наэлектризован, а свободные нити бечевки будут торчать во все стороны и притягиваться приближающимся пальцем. И когда дождь намочит воздушного змея и бечевку настолько, что они смогут свободно пропускать электрический огонь, вы обнаружите, что он обильно вытекает из ключа при приближении вашего кулака. Этим ключом можно зарядить флакон и от электрического огня разжечь полученный спирт, а также провести все другие электрические эксперименты, которые обычно проводятся с помощью натертого стеклянного шара или трубки, и тем самым полностью продемонстрировать тождество электрического вещества с веществом молнии.

Установив в сентябре 1752 года железный стержень и колокола в своем собственном доме, как упоминалось ранее, Франклин преуспел в апреле 1753 года, зарядив лейденскую банку от стержня, и обнаружил, что ее заряд отрицательный. Однако 6 июня он получил положительный заряд от облака. Результаты его наблюдений привели его к выводу, *"Что облака во время грозы чаще всего находятся в отрицательном электрическом состоянии, но иногда и в положительном."*

Чтобы проиллюстрировать теорию, касающуюся электризации облаков, Франклин поставил серебряную банку на бокал для вина. Внутри банки был помещен значительный отрезок цепи, который можно было вытянуть с помощью шелковой нити. Он электрифицировал банку из лейденской банки до тех пор, пока в нее не перестанет поступать электричество. Затем, приподняв шелковую нить, он постепенно вытянул цепочку из банки и обнаружил, что чем больше длина вытянутой цепочки, тем больший заряд банка передавала системе, и по мере того, как цепочка поднималась, искра за искрой переходили из банки в серебряную банку, показывая таким образом, что пропускная способность системы увеличивалась за счет увеличения количества выставленной цепи.

В 1755 году Франклин наблюдал эффекты индукции; прикрепив к своему основному проводнику кисточку из влажных нитей и наэлектризовав проводник, он обнаружил, что нити отталкиваются друг от друга и выделяются наружу. Поднося возбужденную стеклянную трубку к другому концу проводника, было обнаружено, что нити расходятся сильнее, "потому что атмосфера основного проводника сжимается атмосферой возбужденной трубки и направляется к концу, где находятся нити, благодаря чему каждая нить приобретает больше атмосферы". Когда возбужденную трубку подносили к нитям, они немного смыкались, "потому что атмосфера стеклянной трубки отталкивает их атмосферы и отталкивает часть их обратно к первичному проводнику". Был также проведен ряд других экспериментов, иллюстрирующих электрическую индукцию.

В письме доктору Ливингу из Чарльзтауна, датированном 18 марта 1755 года, Франклин привел следующие выдержки из протоколов своих экспериментов, объясняющие ход мыслей, который привел его к попытке получить электричество из облаков:

"7 ноября 1749 года. Электрический флюид согласуется с молнией в следующих деталях: 1. Дает свет. 2. Цвет света. 3. Кривое направление. 4. Быстрое движение. 5. Движение металлов. 6. Треск или шум при взрыве. 7. Существование в воде или льду. 8. Разрывающий тела, через которые проходит. 9. Уничтожающий животных. 10. Плавящий металлы. 11. Поджигание легковоспламеняющихся веществ. 12. Сернистый запах. Электрический флюид притягивается точками. Мы не знаем, есть ли это свойство у молнии. Но поскольку они совпадают во всех деталях, по которым мы уже можем их сравнить, не вероятно ли, что они совпадают и в этом? Позвольте провести эксперимент".

Другой эксперимент, очень важный в своем отношении к теории электричества, был описан Франклином в том же письме доктору Ливингу. Впоследствии это было повторено в гораздо более полной форме Кавендишем, который вывел из этого великий закон, согласно которому электрическое отталкивание изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния между зарядами. Тот же эксперимент был повторен в других формах Фарадеем, у которого не было возможности узнать, что сделал Кавендиш. Франклин пишет: —

Я электрифицировал серебряную банку из-под фруктов на электрической подставке, а затем опустил в нее пробковый шарик диаметром около дюйма, подвешенный на шелковом шнурке, пока пробка не коснулась дна банки. Пробка не притягивалась к внутренней части банки, как это было бы снаружи, и хотя она касалась дна, все же, когда ее вытаскивали, не было обнаружено, что она наэлектризована этим прикосновением, как это было бы при прикосновении снаружи. Факт единичный. Вам нужна причина? Я ее не знаю. Возможно, вы обнаружите ее и тогда будете так добры сообщить мне. Я считаю, что откровенное признание своего невежества - это не только самый простой способ избавиться от трудности, но и наиболее вероятный способ получения информации, и поэтому я применяю его на практике. Я думаю, что это честная политика.

Примечание, приложенное к этому письму, гласит следующее:—

Мистер Ф. впоследствии подумал, что, возможно, взаимное отталкивание внутренних противоположных сторон наэлектризованной банки может предотвратить накопление на них электрической атмосферы и привести к тому, что она будет находиться главным образом снаружи. Но рекомендует его для дальнейшего изучения любознательным.

Объяснение в этой заметке является правильным, и из того факта, что в случае полностью замкнутого полого проводника заряд находится не только в *основном* но *полностью* снаружи, закон обратных квадратов, упомянутый выше, следует как математическое следствие.

В письме М. Далибарду из Парижа 29 июня 1755 г. Франклин жаловался, что, хотя он всегда (за исключением одного раза) возлагал на громоотводы альтернативную обязанность *либо предотвращать удар, либо безопасно проводить* молнию по земле, однако в Европе внимание уделялось только *предотвращению* удара, что было лишь *частью* обязанностей, возложенных на проводников. Далее следует описание последствий удара по церковной колокольне в Ньюбери, в Новой Англии. Шпиль был полностью расколот на куски, так что над колоколом ничего не осталось. Затем молния прошла по проводу к часам, затем по маятнику, не причинив вреда зданию. "От конца маятника до самой земли здание было сильно расколото и повреждено, а несколько камней из фундамента вырваны и отброшены на расстояние двадцати или тридцати футов". Стержень маятника не пострадал, но тонкая проволока, идущая от звонка к часам, испарилась, за исключением примерно двух дюймов с каждого конца.

Мистер Джеймс Александер из Нью-Йорка предложил Франклину измерить скорость электрического разряда, пропустив банку через длинный круговорот речной воды, Франклин в своем ответе объяснил, что такой эксперимент, в случае успеха, не определит действительную скорость электрического разряда в проводнике. Он сравнил электричество в проводниках с несжимаемой жидкостью, так что, когда немного дополнительной жидкости впрыскивается на один конец проводника, такое же количество должно выдавиться на другой конец — его точка зрения, по-видимому, идентична точке зрения Максвелла, который считал, что все электрические перемещения должны происходить *в замкнутых цепях*.

"Предположим, что трубка любой длины открыта с обоих концов.... Если трубка заполнена водой, и я впрыскиваю дополнительный дюйм воды с одного конца, я в то же мгновение выдавливаю такое же количество с другого.

"И вода, вытесненная с одного конца трубки, - это не та же самая вода, которая была вытеснена с другого конца в то же время; это было всего лишь одно движение одновременно.

"Длинная проволока, используемая в эксперименте для определения скорости электрической жидкости, сама по себе заполнена тем, что мы называем естественным количеством этой жидкости, прежде чем на один ее конец надевается крючок от лейденской бутылки.

Поскольку внешняя сторона флакона во время такого нанесения соприкасается с другим концом провода, все количество электрической жидкости, содержащееся в проводе, вероятно, приводится в движение одновременно.

"Ибо в тот момент, когда крючок, соединенный с внутренней частью бутылки, *выходит из нее*, оболочка или внешняя поверхность бутылки *втягивает* часть этой жидкости....

Таким образом, этот эксперимент показывает лишь чрезвычайную легкость, с которой электрическая жидкость движется в металле; он никогда не может определить скорость.

"И, следовательно, предлагаемый эксперимент (хотя и хорошо продуманный и очень остроумный) по посылке искры через огромное пространство через воды Саскуэханны, или Пото-Мака, и Огайо, не принес бы желаемого удовлетворения, хотя мы могли бы быть уверены,

что движение электрической жидкости будет происходить в этом тракте, а не под землей во влажной земле кратчайшим путем".

В своих исследованиях источника электричества в грозовых облаках Франклин предпринял эксперимент, который часто повторялся с различными модификациями. Изолировав большую латунную пластину, которая была предварительно нагрета, он побрызгал на нее водой, чтобы, по возможности, получить электричество путем испарения воды, но никаких следов электризации обнаружить не удалось.

Во время своего визита в Англию Франклин написал много писем мистеру Киннерсли и другим по философским вопросам, но они состояли в основном из отчетов о работе, проделанной другими экспериментаторами в Англии, поскольку его общественные дела занимали слишком много его внимания, чтобы позволить ему проводить исследования самостоятельно. В одном из своих писем, говоря о лорде Чарльзе Кавендише, он говорит:

Хотелось бы, чтобы этот благородный философ сообщал миру больше о своих экспериментах, поскольку он проводит их множество, и с большой точностью.

Когда возник спор об относительных достоинствах наконечников и ручек для выводов громоотводов, Франклин написал мистеру Киннерсли:

Вот некоторые электрики, которые рекомендуют устанавливать ручки вместо точек на верхнем конце стержней, исходя из предположения, что точки способствуют движению. Верно, что точки постепенно и бесшумно проводят электричество на большие расстояния; но ручки проведут на наибольшем расстоянии штрих. Существует эксперимент, который позволит это выяснить. Возьмите изогнутую проволоку толщиной с гусиное перо и такой длины, чтобы один ее конец был приложен к нижней части заряженной бутылки, а верхний можно было поднести к шарiku на верхней части проволоки, которая находится в бутылке. Пусть один конец этой проволоки будет снабжен ручкой, а другой можно постепенно сужать до тонкого острия. Когда появляется точка для опорожнения бутылки, ее необходимо поднести гораздо ближе, прежде чем она получит удар, чем требуется для ручки. Кроме того, точки имеют тенденцию отталкивать фрагменты электрического облака; ручки приближают их. Эксперимент, который, по-моему, я вам уже показывал, с хлопчатобумажной тканью, свисающей с наэлектризованного тела, ясно показывает это, когда под ней находится точка или бугорок.

Следующая цитата из статьи Франклина о методе защиты зданий и людей от воздействия молнии заслуживает внимания, поскольку в последние годы много денег было потрачено впустую на изготовление изоляторов для громоотводов. Несколько лет назад викария и церковных старост одного из приходов Линкольншира настоятельно призвали пойти на расходы по изоляции проводника по всей высоте очень высокой башни и шпиля их приходской церкви. К счастью, они были достаточно мудры, чтобы отослать человека с громоотводом по его делам. Но это не единственный случай, попавший в поле зрения автора, показывающий, что все еще широко распространено мнение о том, что громоотводы должны быть тщательно изолированы. Франклин говорит: —

"Стержень может быть прикреплен к стене, дымоходу и т.д. железными скобами. Молния не покинет стержень (хороший проводник), чтобы пройти в стену (плохой проводник) через эти скобы. Если бы таковой был в стене, он скорее вышел бы из нее в стержень, чтобы легче проникать по этому проводнику в землю".^[2]

^[2] См. стр. 141.

Условия, которые необходимо обеспечить в молниеприводном проводнике, - это, во-первых, острый выступ над самой высокой частью здания и позолоченный для предотвращения коррозии; во-вторых, сплошность металла от острия до нижнего конца проводника; и, в-третьих, хороший контакт с землей. Последнее часто можно закрепить, припаяв проводник к железным водопроводным трубам под землей. Там, где их нет в наличии, для этой цели подойдет медная пластина площадью два или три квадратных фута, закопанная в глину или другую влажную землю. Способ крепления здания, возведенного на гранитном или другом фундаменте, не обеспечивающем хорошего заземления, будет упомянут в последующем биографическом очерке.

Спор о баллах *против* набалдашников снова возродился в Лондоне, когда Франклин был в Париже и началась Война за независимость. С Франклином проконсультировались по этому поводу, поскольку вопрос возник в связи с дирижером во дворце. Его ответ был характерным.

Что касается моего написания чего-либо по этому вопросу, чего вы, по-видимому, желаете, я считаю это необязательным, тем более что мне нечего добавить к тому, что я уже сказал по этому поводу в документе, зачитанном комитету, который заказал кондукторов в Перфлите, который напечатан в последнем французском издании моих трудов.

"Я никогда не вступал ни в какие споры в защиту своих философских взглядов. Я предоставляю им использовать свой шанс в этом мире. Если они *правы*, истина и опыт поддержат их; если *неправы*, их следует опровергнуть и отвергнуть. Споры способны испортить настроение и нарушить покой. У меня нет личной заинтересованности в том, как мир воспримет мои изобретения, поскольку я никогда не получал и не собирался получать ни малейшей прибыли ни от одного из них. Поэтому то, что король сменил свои *заостренные* проводники на *тупые*, для меня не имеет большого значения. Если бы у меня было желание по этому поводу, то оно заключалось бы в том, чтобы он вообще отверг их как безрезультатные. Ибо только с тех пор, как он счел себя и свою семью в безопасности от грома Небесного, он осмелился использовать свой собственный гром для уничтожения своих невинных подданных".

Упомянутый документ был зачитан перед "комитетом, назначенным для рассмотрения вопроса о монтаже проводников для обеспечения безопасности складов в Перфлите" 27 августа 1772 года. В нем описывались различные эксперименты, наглядно демонстрирующие влияние точек на разрядку проводника. Это был комитет Королевского общества, которому был передан вопрос из-за рекомендации доктора Уилсона использовать тупой проводник. Комитет принял решение в пользу точки зрения Франклина, и когда в 1777 году этот вопрос был снова поднят и снова передан в комитет Королевского общества, решение первого комитета было подтверждено, "исходя из того, что эксперименты и доводы, сделанные и утверждаемые мистером Уилсоном об обратном, неубедительны".

Хотя научная репутация Франклина основана главным образом на его электрических исследованиях, он не оставил нетронутыми и другие области науки. Помимо своих работ по атмосферному электричеству, он много размышлял над метеорологией, особенно над вихревым движением водяных смерчей. Часть его внимания досталась Гольфстриму. Его усовершенствования в каминах уже были замечены; устранение задымления дымоходов было темой длинной статьи, адресованной доктору Ингенхаузу, и некоторых других писем. Один из его экспериментов по поглощению лучистой энергии заслуженно запомнился.

"Мой эксперимент заключался в следующем: я взял несколько маленьких квадратных кусочков широкой ткани разных цветов из портновской карточки с выкройками. Там были черный, темно-синий, светло-голубой, зеленый, фиолетовый, красный, желтый, белый и другие цвета или оттенки цветов. Ярким солнечным утром я разложил их все на снегу. Через несколько часов (сейчас я не могу назвать точное время) черный, больше всего прогретый солнцем, опустился так низко, что оказался ниже линии воздействия солнечных лучей; темно-синий опустился почти так же низко, светло-голубой опустился не так сильно, как темный, других цветов стало меньше, поскольку они были светлее; а совершенно белый остался на поверхности снега, совсем не войдя в него.

"Что означает философию, которая неприменима к какому-либо использованию? Разве мы не можем извлечь отсюда урок о том, что черная одежда не так подходит для ношения в жарком, солнечном климате или в другое время года, как белая?"

Франклин много знал об электричестве, но его познания о природе человека были еще глубже. Это проявляется во всех его работах. Его политическая экономия, возможно, не всегда была разумной, но его суждения о людях редко ошибались.

"Наконец, кажется, что у нации есть только три способа приобрести богатство. Первый - путем *войны*, как это делали римляне, грабя своего покоренного соседа: это *грабеж*. Второй - по *коммерции*, которая, как правило, является *мошенничеством*. Третий - посредством *земледелия*, единственного *честного пути*, при котором человек получает реальное увеличение количества семян, брошенных в землю, в виде постоянного чуда, совершаемого рукой Бога в его пользу, в награду за его невинную жизнь и добродетельное трудолюбие".

Когда Франклин прибыл в Лондон в 1757 году, он поселился у миссис Маргарет Стивенсон на Крейвен-стрит, Стрэнд. К миссис Стивенсон и ее дочери Мэри, тогда восемнадцатилетней девушке, он проникся искренней привязанностью, которая сохранялась на протяжении всей их жизни. Мисс Стивенсон проводила большую часть своего времени у тети в деревне, и некоторые письма Франклина к ней, касающиеся ее "высшего образования", являются одними из самых интересных его произведений. Мисс Стивенсон относилась к нему как к отцу и советовалась с ним по каждому важному вопросу в своей жизни. Когда она овдовела и Франклину исполнилось восемьдесят лет, он уговорил ее переехать в Филадельфию ради лучших перспектив, которые новая страна предлагала ее мальчикам. Приехав в Англию, Франклин привез с собой своего сына Уильяма, который поступил в Миддл-Темпл, но оставил свою единственную дочь Сару на попечение ее матери. Своей жене и дочери он часто посылал подарки из Лондона, а в его письмах миссис Фрэнклин содержится довольно полный отчет обо всех его делах во время пребывания в Англии. Во время своего визита он получил почетные степени доктора философии Оксфордского университета и доктора права Эдинбургского. В Кембридже его роскошно принимали. В августе 1762 года он снова отправился в Америку и

прибыл в Филадельфию 1 ноября после пятилетнего отсутствия. Его сын Уильям незадолго до этого был назначен губернатором Нью-Джерси. С этого времени Уильям Франклин во многом стал слугой собственников и английского правительства, но никакое предложение покровительства не произвело на отца никакого эффекта.

Пребывание Франклина в Америке было кратковременным, но, находясь там, он в основном сыграл важную роль в подавлении восстания в Пенсильвании. Летом 1763 года он совершил инспекционную поездку по северным колониям, чтобы наладить работу почтовых отделений. Беспорядки, о которых только что говорилось в провинции, заставили губернатора, а также ассамблею принять решение о формировании ополчения. Комитет, членом которого был Франклин, разработал необходимый законопроект. Губернатор заявлял о своей исключительной власти назначать должностных лиц и требовал, чтобы судебные разбирательства проводились военным трибуналом, а некоторые преступления карались смертной казнью. Ассамблея отказалась согласиться с этими соображениями. Недовольство усилилось из-за того, что губернатор настаивал на обложении налогом всех земель, находящихся в собственности, по той же ставке, что и необработанных земель, принадлежащих другим лицам, независимо от того, обрабатывались эти земли или нет. Ассамблея, прежде чем прервать заседание, выразила мнение, что мир и счастье не будут обеспечены до тех пор, пока правительство не будет передано непосредственно Короне. Когда Собрание снова собралось, петиции королю поступили от более чем трех тысяч жителей. Тем временем британское министерство предложило Закон о гербовом сборе, который в принципе аналогичен Английскому закону о гербовом сборе, который требует, чтобы все соглашения, квитанции, переводные векселя, свидетельства о браке и рождении и все другие юридические документы были снабжены гербовой печатью налогового управления определенной стоимости, чтобы они могли быть действительными. Как только Ассамблея была созвана, она решила отправить Франклина в Англию, чтобы он занялся составлением петиции о смене правительства. За несколько часов торговцы перечислили 1100 фунтов стерлингов на его расходы, и через двенадцать дней он был в пути, его сопровождала до корабля, на расстоянии шестнадцати миль, кавалькада из трехсот его друзей, и через тридцать дней он достиг Лондона. Прибыв в Лондон, он сразу же поселился в своей старой квартире у миссис Стивенсон. Он был мастером сатиры, равного которому не было только у Свифта, и во время ссор, предшествовавших войне за независимость, а также во время войны, он хорошо использовал свои способности в этом отношении. В некоторых английских газетах появились статьи, в которых поднималась тревога по поводу конкуренции колоний с английскими промышленниками. Вкладом Франклина в дискуссию стала карикатура на авторов английской прессы.

Поверхностные читатели, которые все же претендуют на некоторое знание этих стран, возражают, что подобные заведения [фабрики шерстяных изделий и т.д.] Не только невероятны, но и невозможны, поскольку у их овец очень мало шерсти, в целом ее не хватает на пару чулок в год каждому жителю; что из-за всеобщей дороговизны труда среди них обработка железа и других материалов, за исключением нескольких грубых, не приносит никакой пользы.

"Дорогой сэръ, не позволяйте нам забавляться столь беспочвенными возражениями. Даже хвосты американских овец настолько набиты шерстью, что у каждой есть маленькая тележка на четырех маленьких колесиках, которые поддерживают ее и не дают ей волочиться по земле. Стали бы они конопатить свои корабли, стали бы даже подстилать шерстью своих лошадей, если бы ее не было в изобилии и дешево? И что означает дороговизна труда, когда английский

шиллинг переваливает за двадцать пять долларов? То, что они наняли здесь триста швыряльщиков шелка за одну неделю для Нью-Йорка, было воспринято как басня, потому что, по правде говоря, у них "там нет шелка для швыряния"! Те, кто выдвигает это возражение, возможно, не знают, что в то же самое время агенты короля Испании находились в Квебеке, чтобы заключить контракт на изготовление тысячи пушек для укрепления Мексики, а в Нью-Йорке - на обычные поставки шерстяных ковров для их домов в Вест-Индии. Другие агенты императора Китая находились в Бостоне, договариваясь об обмене шелка-сырца на шерсть, которую предстояло перевезти на китайских джонках через Магелланов пролив.

И все же все это так же верно, как сообщение, якобы из Квебека, опубликованное во всех газетах на прошлой неделе, о том, что жители Канады готовятся к ловле трески и китов этим летом в верхних озерах. Несведущие люди могут возразить, что верхние озера пресные и что треска и киты - рыбы соленой воды; но пусть они знают, сэр, что треска, как и другие рыбы, при нападении своих врагов залетает в любую воду, где она может быть в безопасности; что киты, когда им вздумается полакомиться треской, преследуют ее, куда бы она ни полетела; и что грандиозный прыжок кита в погоне за Ниагарским водопадом почитается всеми, кто его видел, как одно из прекраснейших зрелищ в природе ".

Одной из главных целей приезда Франклина в Англию было предотвратить принятие законопроекта мистера Гренвилла, ранее известного как Закон о гербовом сборе. Колонисты настаивали на том, что они всегда были либеральны в своих голосованиях, когда короне требовались деньги, и что налогообложение и представительство должны, в соответствии с британской конституцией, идти рука об руку, так что английский парламент не имеет права повышать налоги в Америке, пока колонисты не представлены в парламенте. "Если бы мистер Гренвилл вместо этого акта обратился к королю в Совете с просьбой распространить такие письма с требованием [т.е. просьбы к Ассамблеям о добровольных пожертвованиях] через государственного секретаря, я уверен, что он получил бы от колоний больше денег за счет их добровольных пожертвований, чем он сам ожидал от продажи марок. Но он предпочел принуждение убеждению и не получил бы от их доброй воли того, что, как он думал, мог бы получить без нее. " Закон о гербовом сборе был принят, марки были напечатаны, были назначены распространители, но колонисты не хотели иметь с марками ничего общего. Распространители были вынуждены сложить свои полномочия, а капитанам судов было запрещено доставлять на берег гербовую бумагу. Стоимость печати и распространения составила 12 000 фунтов стерлингов; общий доход составил около 1500 фунтов стерлингов из Канады и Вест-Индии.

За принятием Закона о гербовом сборе вскоре последовала смена министерства, когда вопрос снова встал перед парламентом. Франклин подвергся длительному рассмотрению в Комитете Палаты представителей. О чувствах, преобладающих в Америке в отношении Закона о гербовом сборе, можно судить по некоторым из его ответов.

"31. *Вопрос* Как вы думаете, согласился бы народ Америки платить гербовый сбор, если бы он был смягчен?

"А. Нет, никогда, если только к этому не принуждают силой оружия.

36. *Вопрос* Каким было отношение Америки к Великобритании до 1763 года?[3]

[3] Дата принятия Закона о сахаре.

"А. Лучший в мире. Они охотно подчинялись правительству короны и в своих судах подчинялись Актам парламента. Как бы многочисленны ни были люди в нескольких старых провинциях, вам ничего не стоит построить форты, цитадели, гарнизоны или армии, чтобы держать их в повиновении. Они управляли этой страной за счет всего лишь небольшого количества пера, чернил и бумаги; их вели за ниточку. Они испытывали не только уважение, но и привязанность к Великобритании — к ее законам, обычаям и манерам и даже пристрастие к ее моде, что значительно увеличивало торговлю. К уроженцам Британии всегда относились с особым уважением; быть *староанглийцем* само по себе вызывало некоторое уважение и придавало нам своего рода ранг среди нас.

37. В. И какой у них сейчас характер?

"А. О, очень сильно изменился.

"50. *Вопрос* Существовало ли в Америке до 1763 года мнение, что парламент не имел права устанавливать там налоги и пошлины?

"А. Я никогда не слышал никаких возражений против права устанавливать пошлины для регулирования торговли; но право устанавливать внутренние налоги никогда не предполагалось в парламенте, поскольку мы там не представлены.

59. В. Вы говорите, что колонии всегда взимали внешние налоги и возражаете против права парламента устанавливать только внутренние налоги; теперь, можете ли вы доказать, что существует какая-либо разница между двумя налогами для колонии, на которую они могут взиматься?

"А. Я думаю, разница очень велика. *Внешний* налог - это пошлина, взимаемая с импортируемых товаров; эта пошлина добавляется к первоначальной стоимости и другим сборам, связанным с товаром, и, когда он предлагается к продаже, составляет часть цены. Если людям это не нравится по такой цене, они отказываются от этого; они не обязаны это платить. Но *внутренний* налог навязывается людям без их согласия, если он не установлен их собственными представителями. Закон о гербовом сборе гласит, что мы не будем вести коммерцию, не будем обмениваться имуществом друг с другом, не будем ни покупать, ни дарить, ни взыскивать долги; мы не будем ни вступать в брак, ни составлять завещания, пока не заплатим такие-то суммы; и таким образом, это направлено на то, чтобы вымогать у нас наши деньги или разорять нас последствиями отказа их выплачивать.

61. *Вопрос* Не считаете ли вы, что ткань из Англии им абсолютно необходима?

"А. Нет, ни в коем случае не является абсолютно необходимым; при усердии и хорошем управлении они вполне могут обеспечить себя всем, что захотят.

62. В. Не потребуется ли много времени, чтобы наладить у них это производство? и не должны ли они тем временем сильно пострадать?

"А. Я думаю, что нет. Они уже добились удивительного прогресса. И я придерживаюсь мнения, что прежде чем их старая одежда износится, у них будет новая собственноручного изготовления.

"84. В. Если Закон не будет отменен, как вы думаете, каковы будут последствия?

"А. Полная потеря уважения и привязанности, которые народ Америки питает к этой стране, и всей торговли, которая зависит от этого уважения и привязанности.

"85. Вопрос Как это может повлиять на коммерцию?

"А. Вы обнаружите, что, если Закон не будет отменен, за короткое время они заберут очень мало вашей продукции.

86. В. В их ли силах обойтись без них?

"А. Я думаю, они вполне могут обойтись без них.

"87. В. Разве в их интересах не брать их?

"А. Товары, которые они вывозят из Великобритании, являются либо предметами первой необходимости, простыми удобствами, либо излишками. Первые, такие как ткань и т. Д., При небольшом усердии они могут производить дома; без вторых они могут обходиться до тех пор, пока не будут в состоянии обеспечить ими самих себя; а последние, которые составляют гораздо большую часть, они немедленно выбросят. Это всего лишь предметы моды, которые покупаются и потребляются потому, что такова мода в уважаемой стране; но теперь их будут ненавидеть и отвергать. Люди уже отказались, по общему согласию, от использования всех товаров, модных во время траура, и товары стоимостью во много тысяч фунтов отправлены обратно как непригодные для продажи.

"173. Вопрос: Чем раньше гордились американцы?

"А. Познакомиться с модой и мануфактурами Великобритании.

"174. В. Чем теперь они гордятся?

"А. Чтобы они снова носили свою старую одежду, пока не смогут сшить новую".

Через месяц после экзамена Франклина отмена Закона о гербовом сборе получила королевское одобрение. Вслед за этим Франклин послал своей жене и дочери новые платья и ряд других мелких предметов роскоши (или предметов первой необходимости).

В 1767 году Франклин посетил Париж. В том же году его дочь вышла замуж за мистера Ричарда Баше. Хотя парламент отменил Закон о гербовом сборе, он, тем не менее, настаивал на своем праве облагать налогом колонии. Закон о пошлинах был едва ли менее предосудительным, чем его предшественник. По возвращении Франклина с Континента он услышал об ответных мерах жителей Бостона, которые, собравшись на городские собрания, официально постановили поощрять отечественное производство, отказаться от излишеств и, через определенное время, отказаться от использования некоторых предметов иностранного производства. Впоследствии

эти ассоциации получили очень широкое распространение в колониях, так что за один год импорт колонистами Нью-Йорка сократился с 482 000 до 74 000 фунтов стерлингов, а в Пенсильвании - с 432 000 до 119 000 фунтов стерлингов.

Действие Закона о пошлинах заключалось в том, чтобы побудить голландию и другие страны контрабандно ввозить чай и, возможно, другие индийские продукты в Америку. Исключение с американских рынков чая, поставляемого из Англии, поставило Ост-Индскую компанию в большое затруднительное положение, поскольку, хотя они были не в состоянии оплачивать свои счета, у них на складе было чая и других товаров на два миллиона фунтов стерлингов. Остаток доходов, собираемых в соответствии с Законом о пошлинах, после выплаты жалованья и т.д., составлял всего 85 фунтов стерлингов за год, и для этого необходимо было содержать флот для охраны полутора тысяч миль американского побережья; в то время как падение запасов в Ост-Индии лишило дохода 400 000 фунтов стерлингов в год, который в противном случае выплачивала бы Ост-Индская компания. В конце концов Ост-Индской компании была выдана лицензия на беспошлинную перевозку чая в Америку. Это, конечно, исключило всех других торговцев из американской чайной торговли. Некоторое количество чая, отправленного Ост-Индской компанией в Бостон, было уничтожено местными жителями. Затем британское правительство заблокировало порт. Вскоре это привело к открытым военным действиям. Франклин упорно трудился, чтобы добиться примирения. Он составил план, изложив условия, при которых, по его мнению, могло быть достигнуто примирение, и подробно обсудил его с мистером Дэниелом Барклаем и доктором Фозергиллом. Этот план был показан лорду Хоу, а затем представлен министерству, но был отклонен. Рассматривались другие планы, и Франклин предложил заплатить за чай, который был уничтожен в Бостоне. Однако все его переговоры оказались безрезультатными. Наконец, он обратился с мемориалом к графу Дартмутскому, государственному секретарю, жалуюсь на блокаду Бостона, которая затем продолжалась девять месяцев и "в течение каждой недели ее продолжения наносила этому городу ущерб, равный тому, что понесла там Индийская компания"; и требуя возмещения такого ущерба сверх стоимости уничтоженного чая. Мемориал также жаловался на исключение колонистов из промысла на Ньюфаундленде, за что в один прекрасный день потребуются возмещение ущерба. Этот мемориал был возвращен Франклину мистером Уолполом, и Франклин вскоре после этого вернулся в Филадельфию.

Во время этого визита в Англию он потерял свою жену, которая умерла 19 декабря 1774 года; а его подруга мисс Стивенсон вышла замуж и осталась вдовой.

В апреле 1768 года Франклин был назначен агентом в Джорджии, в следующем году - в Нью-Джерси, а в 1770 году - в Массачусетсе, так что в то время он был представителем в Англии четырех колоний с доходом 1200 фунтов стерлингов в год.

В 1771 году он провел три недели в Твайфорде у епископа Святого Асафа, который оставался близким другом Франклина до самой его смерти. В 1772 году король Франции назначил его иностранным членом Академии наук.

Во время своих переговоров с британским правительством Франклин написал две сатирические пьесы, описывающие обращение, которому подвергались американские колонисты. Первый был озаглавлен "Правила превращения Великой империи в маленькую", причем правила были именно теми, которым, по мнению Франклина, следовало британское правительство в своих отношениях с Америкой. Другим был "Эдикт короля Пруссии", в котором

король заявлял о праве облагать налогами британскую нацию; запрещать английское производство и принуждать англичан покупать прусские товары; перевозить заключенных в Великобританию и вообще осуществлять весь такой контроль над английским народом, какой был установлен над Америкой различными актами английского парламента на том основании, что Англия изначально была колонизирована эмигрантами из Пруссии.

Еще до того, как Франклин добрался до Америки, Война за независимость, хотя и не была официально объявлена, уже фактически началась. Он был назначен членом второго Континентального конгресса и одним из комитета из трех для обсуждения с генералом Вашингтоном вопросов поддержки и регулирования Континентальной армии. Эта последняя должность потребовала, чтобы он провел некоторое время в лагере. 3 октября 1775 года он написал Пристли:

Скажите нашему дорогому другу доктору Прайсу, у которого иногда возникают сомнения и уныние по поводу нашей твердости, что Америка полна решимости и единодушия; за исключением очень немногих тори и политических деятелей, которые, вероятно, вскоре отправятся на экспорт. Британия ценой трех миллионов убила в этой кампании сто пятьдесят янки, что составляет 20 000 фунтов стерлингов с человека; и у Банкерс-Хилла она отвоевала милю земли, половину из которой она снова потеряла, заняв наш пост на Пашенном холме. За это же время в Америке родилось шестьдесят тысяч детей. На основе этих *данных* его математическая голова легко рассчитает время и затраты, необходимые для того, чтобы убить нас всех и завоевать всю нашу территорию.

В 1776 году Франклин, которому тогда было семьдесят лет, был назначен одним из трех уполномоченных посетить Канаду, чтобы, по возможности, способствовать заключению союза между ней и Штатами. Обнаружив, что только один канадец из пятисот умеет читать и что настроение в Канаде было фатальным для успеха членов Комиссии, они вернулись, и Франклин предположил, что следующая Комиссия, направленная в Канаду, должна состоять из школьных учителей. 4 июля Франклин принял участие в подписании Декларации независимости. Когда документ был готов к подписанию, мистер Хэнкок заметил: "Мы должны быть единодушны; не должно быть никаких разногласий; мы все должны держаться вместе". Франклин ответил: "Да, мы действительно должны висеть все вместе, или, совершенно точно, нас всех повесят по отдельности".

Осенью 1776 года Франклин был единогласно избран Специальным уполномоченным при французском дворе. Он взял с собой двух своих внуков, Уильяма Темпла Франклина и Бенджамина Франклина Баха, и, покинув Маркуса Хука 28 октября, пересек Атлантику на шестнадцатипушечном шлюпе. В Париже он встретил восторженный прием. Г-н де Шомон предоставил в его распоряжение свой дом в Пасси, тогда примерно в миле от Парижа, но теперь в черте города. Здесь он прожил девять лет, будучи постоянным гостем при французском дворе и, безусловно, одной из самых заметных фигур в Париже. Он был вынужден служить на многих должностях и был очень обременен работой. Его обязанности были не только как комиссара при французском дворе, но он также был назначен судьей Адмиралтейства и финансовым агентом, так что все купоны на выплату процентов по деньгам, взятым в займы для ведения войны, а также все финансовые переговоры либо с французским правительством, либо с подрядчиками должны были проходить через его руки. Возможно, самой неприятной частью

его работы были постоянные обращения во французский суд с просьбами о денежных авансах. Французское правительство, как хорошо известно, горячо поддерживало дело американцев и в меру своих возможностей помогало им деньгами, материалами и людьми. Франклина сильно беспокоили заявления французских офицеров о представлении их генералу Вашингтону, чтобы они могли получить работу в американской армии. Наконец, он составил типовое рекомендательное письмо, которое может быть полезно многим в этой стране в наши дни. Оно было следующим: —

"Сэр,

Предъявитель этого письма, который собирается в Америку, настаивает на том, чтобы я дал ему рекомендательное письмо, хотя я ничего о нем не знаю, даже его имени. Это может показаться экстраординарным, но, уверяю вас, здесь это не редкость. Действительно, иногда один неизвестный человек приводит другого, столь же неизвестного, чтобы порекомендовать его; а иногда они рекомендуют друг друга! Что касается этого джентльмена, я должен сослаться на него самого из-за его характера и достоинств, с которыми он, безусловно, знаком лучше, чем я. Однако я рекомендую ему проявить ту вежливость, на которую имеет право каждый незнакомец, о котором никто не знает ничего дурного; и я прошу вас оказать ему все добрые услуги и оказать ему всю благосклонность, которую, как вы убедитесь при дальнейшем знакомстве, он заслуживает.

Имею честь быть и т.д.

Капитан Уикс из "*Отказа*", взяв в плен около сотни британских моряков, Франклин и Сайлас Дин, один из других членов комиссии, написали лорду Стормонту, британскому послу, письмо об обмене. Не получив ответа, они написали снова и осмелились пожаловаться на обращение, которому подвергались американские заключенные в английских тюрьмах, и на то, что их заставляли сражаться против собственных соотечественников. На это сообщение лорд Стормонт ответил: —

Королевский посол не получает заявлений от мятежников, если только они не приходят умолять его Величество о милосердии.

На это члены Комиссии ответили:—

В ответ на письмо, затрагивающее некоторые из наиболее материальных интересов человечества и двух наций, Великобритании и Соединенных Штатов Америки, находящихся в состоянии войны, мы получили прилагаемый *непристойный* документ, исходящий от вашей светлости, который мы возвращаем для более зрелого рассмотрения вашей светлостью.

Сначала британское правительство, считая американцев повстанцами, не обращалось с их пленными как с военнопленными, но пригрозило привлечь их к суду за государственную измену. Их страдания в английских тюрьмах были очень велики. Мистер Дэвид Хартли многое сделал, чтобы облегчить их, и Франклин передал деньги для этой цели. Когда между Францией и Штатами был заключен международный договор, и Франция вступила в войну, и когда удача начала поворачиваться в пользу объединенных армий, английское правительство улучшило обращение с американскими пленными, и обмены происходили свободно. В апреле 1778 года мистер Хартли посетил Франклина в Пасси, очевидно, с целью предотвратить, по возможности,

наступательный и оборонительный союз между Америкой и Францией. Было предпринято очень много попыток добиться разрыва между французским правительством и американскими комиссарами, но Франклин настаивал на том, что между Англией и Америкой не может быть заключен мирный договор, в который не была бы включена Франция. В 1779 году другие комиссары были отозваны, и Франклин был назначен полномочным министром при Французском дворе.

В письме мистеру Дэвиду Хартли, датированном 2 февраля 1780 года, Франклин кое—что рассказал о чувствах американцев по отношению к англичанам того времени:

Возможно, вы слышали, что в Америке по приказу Конгресса были даны показания под присягой о совершенных там британских варварствах. От меня ожидают, что я сделаю из них учебник для школьников, и сделаю тридцать пять гравюр, выполненных здесь хорошими художниками, каждая из которых отражает один или несколько ужасных фактов, чтобы запечатлеть в умах детей и потомков глубокое представление о вашей кровавой и ненасытной злобе и порочности. Каждое проявление доброты, о котором я слышу от англичанина по отношению к американскому заключенному, заставляет меня принять решение не продолжать эту работу.

Находясь в Пасси, Франклин направил в *Парижский журнал* статью об экономичном проекте снижения стоимости света. Предложение состояло в том, чтобы использовать солнечный свет вместо свечей и таким образом экономить городу Парижу сумму в 96 075 000 ливров в год. О его репутации в Париже свидетельствует следующая цитата из современного писателя:

Я не часто говорю о мистере Фрэнклине, потому что газеты достаточно рассказывают о нем. Однако я скажу вам, что наши парижане проявляют к нему не больше внимания, чем к Вольтеру, о котором они не говорили со дня его смерти. Мистера Фрэнклина осаждают, за ним следуют, им восхищаются, обожают, где бы он ни проявился, с яростью, с фанатизмом, способным, без сомнения, польстить ему и оказать ему честь, но который в то же время доказывает, что мы никогда не будем разумными и что добродетели и лучшие качества нашей нации всегда будут уравновешиваться легкомыслием, непоследовательностью и энтузиазмом, слишком чрезмерными, чтобы быть долговечными.

Франклин всегда выступал за свободу торговли, даже во время войны. Он придерживался мнения, что торговец, земледелец и рыбак являются благодетелями человечества. Он осуждал каперство во всех формах и пытался добиться соглашения между всеми цивилизованными державами против оснащения каперов. Он считал, что ни в какие торговые суда нельзя вмешиваться, если только они не перевозят военные материалы. Он очень сожалел об ужасах войны, но предпочитал все позорному миру. Пристли он написал:

Возможно, когда ты станешь старше, ты сможешь ... раскайся в том, что убил в мефитическом воздухе так много честных, безобидных мышей, и пожелай, чтобы во избежание беды ты использовал мальчиков и девочек вместо них. В каком свете на нас смотрят высшие существа, можно почерпнуть из последних вест-индских новостей, которые, возможно, до вас еще не дошли. Выдающийся молодой ангел, впервые посланный в этот мир по какому-то делу, поручил старому духу-курьеру быть его проводником. Они прибыли над морями Мартинико в середине долгого дня упорного сражения между флотами Родни и Де Грасса. Когда сквозь клубы дыма он увидел огонь

орудий, палубы, покрытые искалеченными конечностями и телами мертвых или умирающих; корабли, тонущие, горящие или взлетающие на воздух; и количество боли, несчастий и разрушений, которые оставшиеся в живых команды с таким рвением причиняли друг другу, — он сердито повернулся к своему проводнику и сказал: "Ты, тупоголовый болван, ты невежествен в своем деле; ты взялся проводить меня на землю, а ты привел меня в ад!" "Нет, сэр", - говорит капитан. гид: "Я не ошибся; это действительно земля, а это люди. Дьяволы никогда не обращаются друг с другом таким жестоким образом; у них больше здравого смысла и больше того, что люди (тщетно) называют человечностью".

Франклин утверждал, что для нации было бы гораздо дешевле расширить свои владения за счет покупки у других наций, чем оплачивать стоимость войны ради завоевания.

Две британские армии под командованием генерала Бергойна и лорда Корнуоллиса были полностью взяты в плен во время войны, и, наконец, после двухлетних переговоров 3 сентября 1782 года был подписан окончательный мирный договор между Великобританией и Соединенными Штатами, Франклин был одним из уполномоченных последнего, а мистер Хартли - первого. В тот же день в Версале был подписан мирный договор между Великобританией и Францией. Договор Соединенных Штатов был ратифицирован королем 9 апреля и тем самым положил конец семилетней войне за независимость. Франклин отпраздновал капитуляцию армий Бургойна и Корнуоллиса медалью, на которой изображен младенец Геркулес, душащий двух змей.

Когда наконец был заключен мир, был предложен план присвоения наследственного рыцарского звания ордена Цинцинната американским офицерам, отличившимся на войне. Франклин осудил принцип наследования. Он указал, что в девятом поколении "молодой дворянин" будет составлять лишь "одну пятьсот двенадцатую часть нынешнего рыцаря", среди его предков числятся 1022 мужчины и женщины, считая только с момента основания рыцарского звания. "У потомков будет много причин хвастаться благородной кровью существовавшего в то время рода кавалеров Цинцинната".

2 мая 1785 года Франклин получил от Конгресса разрешение вернуться в Америку. Ему тогда шел восьмидесятый год. 12 июля он выехал из Пасси в Гавр, откуда переправился в Саутгемптон и там в последний раз увидел своего старого друга, епископа Святого Асафа, и его семью. Он добрался до своего дома в Филадельфии в начале сентября, а на следующий день после прибытия получил поздравительный адрес от Ассамблеи Пенсильвании. В следующем месяце он был избран президентом штата и дважды переизбирался на один и тот же пост, поскольку это противоречит конституции, согласно которой любой президент избирается более чем на три года подряд.

Следующая выдержка из письма, написанного, скорее всего, Тому Пейну, заслуживает внимания некоторых авторов:

Я внимательно прочитал вашу рукопись. Содержащимися в ней аргументами против конкретного Провидения, хотя вы допускаете общее Провидение, вы наносите удар по основам всей религии. Ибо без веры в Провидение, которое осознает, охраняет и направляет и может благоволить конкретным людям, нет мотива поклоняться Божеству, бояться Его неудовольствия или молиться о Его защите. Я не буду вступать ни в какое обсуждение ваших принципов, хотя вы, кажется, желаете этого. В настоящее время я только

выскажу вам свое мнение, что, хотя ваши рассуждения тонки и могут возобладать над некоторыми читателями, вам не удастся изменить общее мнение человечества по этому вопросу, и следствием публикации этой статьи будет большая ненависть, навлеченная на вас, вред для вас и никакой пользы для других. Тот, кто плюет против ветра, плюет себе в лицо.

Но если бы вам это удалось, как вы думаете, была бы от этого какая-нибудь польза? Вам самому, возможно, будет легко вести добродетельную жизнь без помощи религии; у вас есть ясное представление о преимуществах добродетели и недостатках порока, и вы обладаете достаточной силой решимости, чтобы противостоять обычным искушениям. Но подумайте, какая большая часть человечества состоит из слабых и невежественных мужчин и женщин и неопытной, невнимательной молодежи обоих полов, которые нуждаются в мотивах религии, чтобы удерживать их от порока, поддерживать их добродетель и удерживать их в ее осуществлении до тех пор, пока это не станет *привычкой*, что является важным моментом для ее безопасности. И, возможно, вы изначально обязаны ей, то есть вашему религиозному воспитанию, теми добродетельными привычками, за которые вы теперь по праву цените себя. Вы могли бы легко продемонстрировать свои превосходные способности рассуждать на менее опасную тему и тем самым встать в один ряд с нашими самыми выдающимися авторами. Ибо у нас нет необходимости, как у готтентотов, чтобы юноша, воспитывающийся в обществе мужчин, доказывал свою мужественность избиением своей матери.

Поэтому я бы посоветовал вам не пытаться спустить тигра с цепи, а сжечь этот предмет прежде, чем его увидит кто-либо другой; таким образом вы избавите себя от большого унижения со стороны врагов, которых он может поднять против вас, и, возможно, от большого сожаления и раскаяния. Если люди так порочны *религией*, то кем бы они были без нее? Я рассматриваю это письмо как *доказательство* моей дружбы и поэтому не добавляю к нему никаких *заявлений*, но подписываюсь просто вашими.

В течение последних нескольких лет своей жизни Франклин страдал от мучительной болезни, которая приковала его к постели и серьезно мешала его литературной работе, не давая ему завершить свою биографию. В течение этого времени за ним ухаживала его дочь, миссис Бах, которая проживала с ним в одном доме. Он умер 17 апреля 1790 года, непосредственной причиной смерти стало поражение легких. Он был похоронен рядом со своей женой на кладбище Крайст-Черч в Филадельфии, на мраморной плите на могиле не было никакой другой надписи, кроме имени и даты смерти. В молодости (1728) он написал себе следующую эпитафию:—

Тело

из

БЕНДЖАМИН ФРАНКЛИН,

Печатник,

(как обложка старой книги,
содержимое которой вырвано
и лишено надписей и позолоты),
лежит здесь, корм для червей.

но работа не пропадет,
ибо она (как он верил) появится снова
в новом и более элегантном издании,
переработанном и исправленном
by
АВТОРОМ.

Когда известие о его смерти дошло до Национального собрания Франции, Мирабо встал и сказал: —

"Франклин мертв!

"Гений, давший свободу Америке и проливший потоки света на Европу, возвращен в лоно Божества.

"Мудрец, на которого претендуют два мира; человек, оспариваемый историей наук и историей империй, занимает, несомненно, высокое положение среди людей.

"Политические кабинеты слишком долго уведомляли о смерти тех, кто никогда не был великим, кроме как в своих надгробных речах; придворный этикет слишком долго санкционировал лицемерную скорбь. Нации должны только оплакивать своих благодетелей; представители свободных людей никогда не должны рекомендовать никого, кроме героев человечества, для своего почитания.

"Конгресс объявил всеобщий траур сроком на один месяц во всех четырнадцати конфедеративных штатах в связи со смертью Франклина; и Америка, таким образом, отдала дань восхищения одному из отцов своей конституции.

"Разве не было бы достойно с вашей стороны, коллеги-законодатели, объединиться в этом религиозном акте, принять участие в этом почтении, оказанном перед лицом вселенной правам человека и философу, который так высоко пропагандировал их завоевание по всему миру?

"Древность воздвигла бы алтари тому смертному, который ради блага рода человеческого, охватывая своим обширным умом и небо, и землю, знал, как усмирить гром и тиранию.

"Просвещенная и свободная Европа, по крайней мере, обязана своей памятью и сожалением одному из величайших людей, когда-либо служивших делу философии и свободы.

"Поэтому я предлагаю сейчас принять указ, предписывающий Национальному собранию в течение трех дней носить траур по Бенджамину Франклину".





ГЕНРИ КАВЕНДИШ.

Было бы нелегко назвать двух людей, между которыми существовал больший контраст как в отношении их характеров, так и в отношении жизни, чем тот, который существовал между Бенджамином Франклином и уважаемым Генри Кавендишем. Первый был скромного происхождения, но обладал большим общественным духом, обладал социальными качествами, которые были наравне с его научными достижениями, и к концу своей жизни был более известен как государственный деятель, чем как философ; второй, член одной из самых знатных семей Англии и обладавший богатством, намного превышающим его собственные возможности пользоваться им, был известен очень немногим, ни с кем не был близок и посвятил себя научным занятиям скорее ради удовлетворения, которое доставляли ему его результаты, чем из какой-либо надежды на то, что они могут быть полезны человечеству, или из какого-либо желания улучшить свое положение. обеспечьте себе репутацию, сделав их известными, и прожили долгую жизнь, самую безоблачную, какую только можно себе представить.

Хотя записи о его семье можно проследить до нормандского завоевания, знаменитая Элизабет Хардвик, основательница двух герцогских родов и строительница Хардвик-холла и Чатсуорта в том виде, в каком они были до возведения нынешнего особняка, была самой замечательной личностью в генеалогии. Ее второй сын, Уильям, был возведен в ранг пэра Джеймсом I. Таким образом, он стал бароном Кавендишем, а впоследствии тем же монархом был назначен первым графом Девонширским. Его правнук, четвертый граф, был назначен Вильгельмом III первым герцогом Девонширским, которому он оказал ценные услуги. Ему наследовал его старший сын в 1707 году, а третьим сыном второго герцога был лорд Чарльз Кавендиш, отец Генри и Фредерика, из которых Генри был старшим, родившись в Ницце 13 октября 1731 года. Его мать умерла, когда ему было два года, и о его ранней жизни действительно известно очень мало. В 1742 году он поступил в школу доктора Ньюкома в Хакни, где оставался до поступления в Питерхаус в 1749 году. Он оставался в Кембридже до февраля 1753 года, когда покинул университет, не получив ученой степени, возражая, скорее всего, против религиозных испытаний, которые тогда требовались от всех выпускников. В этом отношении его брат Фредерик последовал его примеру. После отъезда из Кембриджа Кавендиш, по-видимому, жил со своим отцом на Мальборо-стрит и время от времени помогал ему в его научных экспериментах, но исследования сына вскоре затмили исследования отца. Говорят, что комнаты, отведенные Генри Кавендишу, "были набором конюшен, приспособленных для его проживания", и здесь он проводил многие из своих экспериментов, включая все те электрические исследования, в которых он предвосхитил так много работ нынешнего столетия.

При жизни своего отца или, во всяком случае, в течение нескольких лет после его смерти Генри Кавендиш, по-видимому, имел очень ограниченный доход. Он часто обедал в клубе

Королевского общества и в этих случаях приходил с пятью шиллингами, которые полагались за обед, но не более. После смерти его отца, которая произошла в 1783 году, когда Генри было более пятидесяти лет, его обстоятельства сильно изменились, но, похоже, большая часть его состояния была оставлена ему дядей, который был индийским офицером, и это наследство, возможно, перешло в его владение до смерти отца. Похоже, он был очень щедр, когда ему предложили, что его помощь была бы полезна, но ему никогда не приходило в голову внести вклад в какое-либо научное или общественное начинание, и хотя на момент его смерти у него, как говорят, было больше денег в фондах, чем у любого другого человека в стране, помимо остатка в размере 50 000 фунтов стерлингов на его текущем счете в банке и различного другого имущества, он ничего не завещал научным обществам или подобным учреждениям. На протяжении последней части своей жизни он, по-видимому, был довольно обеспечен в отношении денег и был бы доволен, если бы только мог избежать хлопот по ведению своих собственных финансовых дел. Поэтому он позволял накапливаться огромным суммам у своего банкира, и однажды, присутствуя на крестинах и услышав, что гости обычно дарят что-нибудь няне, он вытащил из кармана пригоршню гиней и протянул их ей, не пересчитывая. После смерти отца Кавендиш жил в своем собственном доме на Клэпем-Коммон. Здесь несколько комнат на верхнем этаже дома были приспособлены для жилья; остальные были заполнены приборами всех описаний, среди которых самыми многочисленными примерами были термометры всех видов. Он редко принимал гостей, но когда, в редких случаях, приходилось развлекать гостя, угощение неизменно состояло из бараньей ноги. Его крайняя застенчивость вызывала у него неприязнь к любому обществу, и он испытывал особое отвращение к тому, чтобы к нему обращались незнакомые люди. Однажды, на приеме, устроенном сэром Джозефом Бэнксом, доктор Ингенхауз представил ему выдающегося австрийского философа, который заявил, что его главной целью приезда в Англию было увидеть столь выдающегося человека. Кавендиш слушал, уставившись в пол; затем, заметив просвет в толпе, он бросился к двери и не останавливался, пока не добрался до своего экипажа. Его отвращение к женщинам было еще сильнее; свои распоряжения на день он выписывал и оставлял в указанное время на столе в прихожей, где его экономка в другое указанное время находила их. Слугам разрешался доступ в ту часть дома, которую он занимал, только в определенное время, когда он был в отъезде; и после того, как они однажды встретили слугу на лестнице, немедленно была сооружена задняя лестница. Обычно он шел по Найтингейл-лейн к Уондсворт-Коммон, а домой другим маршрутом. Однажды, переходя через перелаз, он увидел, что за ним наблюдают, и с тех пор он совершал свои вечерние прогулки, но никогда по одной и той же дороге. Зафиксировано только два случая, когда ученые допускались в лабораторию Кавендиша. Первый состоялся в 1775 году, когда Хантера, Пристли, Ромейна, Лейна и Нэрна пригласили посмотреть на эксперименты с искусственной торпедой. Вторым был, когда его эксперимент по образованию азотной кислоты электрическими искрами в воздухе был безуспешно предпринят Ван Марумом, Лавуазье и Монжем, и он "счел правильным принять некоторые меры для подтверждения истинности этого".

Помимо своего дома в Клэпхэме, Кавендиш занимал (со своими инструментами) дом в Блумсбери, недалеко от Британского музея, в то время как "особняк" на Дин-стрит, Сохо, был выделен под библиотеку. В эту библиотеку было допущено несколько человек, которые могли взять книги, сдав на хранение квитанцию за них. Кавендиш был безупречно методичен во всех своих действиях, и всякий раз, когда он брал взаймы одну из своих собственных книг, он должным образом оставлял квитанцию на ее месте. Единственным утешением в его уединенной

жизни были собрания Королевского общества, членом которого он был избран в 1760 году; случайные приемы в резиденции сэра Джозефа Бэнкса, П.Р.С.; и его нередкие обеды в клубе Королевского общества в "Короне и якоре"; и, возможно, иногда он присоединялся к общественным собраниям другого клуба, которые собирались в "Коте и волынках" на Даунинг-стрит. Именно его посещениям Клуба Королевского общества мы обязаны созданием его единственного существующего портрета. Александер, рисовальщик в китайском посольстве, был полон решимости приобрести портрет Кавендиша и убедил друга пригласить его на ужин в клубе, "где он мог легко добиться успеха, заняв место в конце стола, откуда он мог бы нарисовать необычное пальто серовато-зеленого цвета и замечательную треуголку, которую неизменно носил Кавендиш, и незаметно получить такой контур лица, который, будучи вставлен между шляпой и пальто, составил бы, он был совершенно уверен, полный портрет Кавендиша". -портрет в полный рост, который никто не мог перепутать. Это было так придумано, что каждый, кто это видел, сразу узнавал ". В Клубе Королевского общества зафиксирован еще один инцидент, который, возможно, делает Кавендишу честь не меньше, чем Обществу. "Однажды вечером мы заметили очень хорошенькую девушку, выглядывающую из окна верхнего этажа на противоположной стороне улицы и наблюдающую за ужинающими философами. Она привлекла всеобщее внимание, и мы один за другим встали и столпились у окна, чтобы полюбоваться красавицей. Кавендиш, который думал, что мы смотрим на Луну, подбежал к нам в своей странной манере, и когда он увидел настоящий объект нашего изучения, отвернулся с сильным отвращением и проворчал: "Тьфу!"

Весной и осенью 1785, 1786, 1787 и 1793 годов Кавендиш совершил поездки по большей части южных, мидлендских и западных графств и добрался до Уитби на севере. Самым запоминающимся из этих путешествий было путешествие, предпринятое в 1785 году, поскольку во время него он посетил Джеймса Уатта на заводе в Сохо и проявил большой интерес к изобретениям Уатта. Это произошло всего через два года после великого спора об открытии состава воды, но встреча философов носила самый дружеский характер. Во всех этих путешествиях значительное внимание уделялось геологии страны.

Мы уже упоминали о двух комитетах Королевского общества, которым были переданы вопросы о громоотводах в Перфлите и о *сравнении* точек крепления проводов с ручками. Кавендиш работал в каждом из этих комитетов и поддержал точку зрения Франклина вопреки рекомендации мистера Уилсона. В первом комитете он, вероятно, лично общался с самим Франклином.

Жизнь Кавендиша почти полностью состояла из его философских экспериментов. В остальном она прошла почти без происшествий. Похоже, он был так устроен, что все должен подвергать точному измерению. Он редко проводил эксперименты, которые не были *количественными*; и его можно считать основателем "количественной философии". Труд, который он затратил на некоторые из своих измерений, должно быть, был очень велик, и точность многих его результатов поразительна, учитывая приборы, которыми он располагал. Когда он был удовлетворен результатом эксперимента, он составлял полный отчет и сохранял его, но очень редко публиковал его, а когда он все-таки публиковал отчеты о каком-либо из своих исследований, обычно это происходило спустя много времени после завершения экспериментов. Одним из последствий его нежелания что-либо публиковать стал длительный

спор об открытии состава воды, который был возобновлен много лет спустя *книгой* Араго о Джеймсе Ватте; но гораздо более серьезным результатом стала потеря для мира на столько лет открытий и измерений, которые Фарадею, Кольраушу и другим пришлось проводить заново. Опубликованные им статьи появились в "*Философских трудах Королевского общества*", которому он начал передавать их в 1766 году. 25 марта 1803 года он был избран одним из восьми иностранных сотрудников Института Франции. Его *элога* была провозглашена Кювье в 1812 году, который сказал: "Его поведение и скромный тон его сочинений обеспечили ему необычное отличие: его покой никогда не нарушался ни ревностью, ни критикой". Доктор Уилсон говорит: "Он был почти бесстрастен. Все, что требовало для его понимания чего-то большего, чем чистый интеллект, или требовало проявления фантазии, разума, привязанности или веры, было неприятно Кавендишу. Интеллектуальная голова, думающая, пара удивительно острых наблюдающих глаз и пара очень умелых рук, экспериментирующих или записывающих, - вот все, что я осознаю, читая его воспоминания ". Казалось, он не разбирался в красоте; его не заботил естественный пейзаж, и его аппарат, при условии, что он был эффективным, мог быть неуклюжим на вид и из самых дешевых материалов; но он был чрезвычайно требователен к точности конструкции во всех существенных деталях. Он напоминает нам одного из наших выдающихся деятелей науки, который, когда его внимание было обращено на красивую фонарную башню собора, за которой сияла полная луна, заметил: "Я вижу форму и цвет, но я не знаю, что вы подразумеваете под красотой".

Рассказы о смерти Кавендиша до некоторой степени различаются в деталях, но в остальном очень похожи. По-видимому, он попросил своего слугу, "поскольку у него было что-то особенное, занимавшее его мысли, и он не хотел, чтобы его кто-нибудь беспокоил", оставить его и не возвращаться до определенного часа. Когда слуга вернулся в назначенное время, он нашел своего хозяина мертвым. Это было 24 февраля 1810 года, после болезни, длившейся всего два или три дня.

Биография Кавендиша нашла место в этом томе главным образом благодаря его исследованиям в области электричества. Эти расследования проводились между 1760 и 1783 годами, и, как уже говорилось, все они проводились в конюшнях, пристроенных к дому его отца на Мальборо-стрит. Именно благодаря этим экспериментам электричество впервые было введено в область измерений, и многие из полученных численных результатов намного превосходили по точности результаты любого другого наблюдателя, пока приборы сэра У. Томсона не сделали многие электрические измерения сравнительно легкими. Близкое соответствие результатов Кавендиша результатам лучших современных электриков сделало их вечным памятником гению их автора. Именно по просьбе сэра У. Томсона, мистера Чарльза Томлинсона и других о том, что электрические исследования Кавендиша могут быть представлены широкой публике, герцог Девонширский в 1874 году доверил рукописи заботам покойного профессора Клерка Максвелла. Ранее они находились в руках сэра Уильяма Сноу Харриса, который сообщил о них, но после его смерти, в 1867 году, отчет найти не удалось. Статьи с введением и рядом очень ценных замечаний редактора были опубликованы издательством Кембриджского университета незадолго до смерти клерка Максвелла в 1879 году. Сэр У. Томсон приводит следующую иллюстрацию точности работы Кавендиша: "Я уже обнаружил, что емкость диска была определена экспериментально Кавендишем как $1/1.57$ от емкости сферы того же радиуса. Теперь у нас есть емкость диска = $(2/\pi)a = a/1.571!$ "

Кавендиш принял теорию электричества Франклина, рассматривая его как несжимаемую жидкость, пронизывающую все тела, и допуская смещение только в замкнутом контуре, если, конечно, возмущение не может распространяться до бесконечности. Эту жидкость он предположил, вместе с Франклином, как самоотталкивающую, но притягивающую материю, в то время как материя, лишенная электричества и, следовательно, находящаяся в максимально возможном состоянии отрицательной электризации, он предположил, вместе с Эйнусом, как и электричество, самоотталкивающая. Одним из первых экспериментов Кавендиша было определение точного закона, согласно которому электрическое воздействие изменяется в зависимости от расстояния между зарядами. Франклин показал, что внутри глубокого полого сосуда нет ощутимого количества электричества, однако его внешняя поверхность может быть заряжена. Кавендиш установил сферу диаметром $12 \cdot 1$ дюйм, так что ее можно было полностью заключить (за исключением тех мест, где проходила ее изолирующая опора) в две полусферы диаметром $13 \cdot 3$ дюйма, которые поддерживались шарнирными рамами, и, таким образом, можно было полностью закрыть сферу или открыть и полностью удалить ее из окружения. Кусок проволоки проходил через одно из полушарий так, чтобы касаться внутренней сферы, но при желании его можно было снять с помощью шелковой нитки. Поскольку полусферы были закрыты шаром внутри них, а провод вставлен таким образом, чтобы обеспечивать связь между внутренней и внешней сферами, весь аппарат был наэлектризован проводом от заряженной лейденской банки. Затем этот провод удаляли с помощью шелковой нити и "тем же движением руки, которое отводило провод, с помощью которого полушария были наэлектризованы, сразу после того, как это было сделано, вытягивали провод, который обеспечивал связь между полушариями и внутренним глобусом, и, сразу после того, как это было вытянуто, отделяли полушария друг от друга", и прикладывали электрометр к внутреннему глобусу. "Это также было изобретено таким образом, что электричество полушарий и провода, с помощью которого они были наэлектризованы, разряжалось, как только они были отделены друг от друга.... Внутренний шар и полусферы также были покрыты фольгой, чтобы сделать их более совершенными проводниками электричества ". Электрометр состоял из пары пробковых шариков; но, хотя эксперимент повторялся несколько раз, они не показали никаких признаков наэлектризованности. Из этого было ясно, что, поскольку не могло быть никакой связи между шаром и полушариями, когда соединительный провод был отсоединен, на шаре не должно было быть наэлектризованности, пока полушария, хотя и сами по себе сильно заряженные, окружали его. Чтобы проверить точность эксперимента, глобусу был придан заряд, составляющий менее одной шестидесятой от того, который ранее был отдан полушариям, и это было легко обнаружено электрометром. Из полученного результата Кавендиш сделал вывод, что нет никаких оснований полагать, что внутренний шар вообще был заряжен во время эксперимента. "Отсюда следует, что электрическое притяжение и отталкивание должны быть обратно пропорциональны квадрату расстояния, и что, когда земной шар положительно наэлектризован, избыточная жидкость в нем полностью оседает на его поверхности". Этот вывод, как показал Кавендиш, является математическим следствием отсутствия электрификации внутренней сферы; ибо, если бы закон был иным, внутренняя сфера должна была бы быть электрифицирована положительно или отрицательно, в зависимости от того, насколько обратная мощность была выше или ниже второй, и что точность эксперимента показала, что закон должен лежать между $2 \frac{1}{50}$ и $1 \frac{49}{50}$ степенью расстояния. Используя свои крутильные весы, Кулон получил тот же закон, но метод Кавендиша гораздо проще в применении и допускает гораздо большую точность, чем метод Кулона. Эксперимент Кавендиша был повторен доктором Макалистером под руководством клерка Максвелла в

Кавендишской лаборатории, отсутствие электризации проверялось квадрантным электрометром Томсона, и было показано, что отклонение от закона обратных квадратов не могло превышать одного к 72 000.

Различие между *электрическим зарядом* или *количеством электричества* и "*степенью электрификации*" впервые было четко проведено Кавендишем. Последнее словосочетание впоследствии было заменено на *интенсивность*, но *электрическая интенсивность* теперь используется в другом смысле. Фраза Кавендиша "*степень электрификации*" в точности соответствует нашему представлению об *электрическом потенциале* и измеряется работой, проделанной над единицей электроэнергии электрическими силами при перемещении ее из рассматриваемой точки на землю или в бесконечность. Наряду с этим понятием Кавендиш ввел дополнительную концепцию количества электроэнергии, необходимого для поднятия проводника до заданной степени электрификации, то есть пропускной способности проводника. На современном языке *емкость* проводника определяется как "количество единиц электроэнергии, необходимое для повышения его потенциала до единицы"; и это определение в точном соответствии с концепцией Кавендиша, которого можно считать основателем математической теории электричества. Обнаружив, что емкости подобных проводников пропорциональны их линейным размерам, он принял сферу диаметром в один дюйм в качестве единицы измерения емкости, и когда он говорит о емкости во столько-то "дюймов электричества", он имеет в виду емкость, во столько-то раз превышающую емкость его однодюймовой сферы или равную емкости сферы, диаметр которой равен стольким-то дюймам. Современной единицей измерения емкости в электростатической системе является сфера *радиусом в один сантиметр*, а емкость любой сферы численно равна ее радиусу, выраженному в сантиметрах. Кавендиш определил мощность почти всех устройств, которые он использовал. Для этой цели он приготовил стеклянные тарелки, покрытые с каждой стороны кружочками фольги, и расставил их в три набора по три штуки, причем каждая тарелка в наборе имела одинаковую вместимость, но каждый набор в три раза превышал вместимость предыдущего. Была также десятая тарелка, вместимостью равная всему самому большому набору. Таким образом, вместимость десяти тарелок была в шестьдесят шесть раз больше, чем у одной из самого маленького набора. Используя их в качестве эталонов для сравнения, он измерил мощность другого своего аппарата и, по возможности, модифицировал свои проводники таким образом, чтобы они соответствовали одному из его эталонов. Он обнаружил, что его большая лейденская батарея обладает емкостью около 321 000 "дюймов электричества", так что она была эквивалентна сфере диаметром более пяти миль. Одним из его инструментов, используемых для измерения емкости, была "пробная пластина", состоящая из металлического листа со вторым листом, который можно было сделать таким, чтобы он скользил по нему и полностью лежал на верхней части большей пластины или располагался так, чтобы любая часть его площади выступала за край первой. Это был проводник, мощность которого можно было варьировать по желанию в определенных пределах. Обнаружив, что пропускная способность двух пластин фольги на стекле намного больше, чем можно было ожидать по его расчетам, Кавендиш сравнил их с двумя равными пластинами, между которыми находится воздух, и обнаружил, что их пропускная способность намного превышает пропускную способность воздушного конденсатора. То же самое имело место, хотя и в меньшей степени, с конденсаторами, в качестве диэлектриков в которых использовались шеллак или пчелиный воск, и, таким образом, Кавендиш не только открыл свойство, которому Фарадей впоследствии дал название "*удельная индуктивная способность*", но и определил его меру в этих

диэлектриках. Он также обнаружил, что кажущаяся емкость лейденской банки сначала увеличивается в течение некоторого времени после ее зарядки — явление, связанное с так называемым остаточным зарядом лейденской банки. Другой особенностью, на которой он сделал некоторый акцент и на которую обратил внимание при сравнении своих стекол с покрытием, было прохождение электричества по поверхности стекла за край фольги, что оказывало такое же влияние на пропускную способность, как и увеличение размеров фольги. Электричество, по-видимому, распространялось на расстояние $0 \cdot 07$ дюймов по всей фольге на стеклянных пластинах, толщина которых составляла $0 \cdot 21$ дюйм, и $0 \cdot 09$ дюймов в случае пластин толщиной $0 \cdot 08$ дюймов.

Его доклад о торпедо был прочитан в Королевском обществе в 1776 году. Эксперименты были проведены для того, чтобы определить, могут ли явления, наблюдаемые мистером Джоном Уолшем в связи с торпедой, быть настолько имитированы электричеством, чтобы оправдать вывод о том, что удар торпеды является электрическим разрядом. Для этой цели Кавендиш сконструировал деревянную торпеду с электрическими органами, состоящую из оловянных пластин с каждой стороны, обтянутых кожей. Пластины были соединены с заряженной лейденской батареей с помощью проводов, протянутых в стеклянных трубках, и таким образом батарея разряжалась через воду, в которую была погружена торпеда и которая имела примерно такую же степень солености, как море. Кавендиш сравнил удар, наносимый водой, с ударом, наносимым моделью рыбы в воздухе, и обнаружил, что разница намного больше, чем в случае с настоящей торпедой, но за счет увеличения емкости аккумулятора и уменьшения потенциала, до которого он заряжался, это расхождение было уменьшено, и оказалось, что оно было намного меньше в случае второй модели, имеющей кожаный, а не деревянный корпус, так что само тело рыбы оказывало меньшее сопротивление разряду. Одна из главных трудностей заключалась в том, что никому не удалось получить видимую искру от разряда торпеды, которая не пройдет через самую малую толщину воздуха. Кавендиш объяснил это, предположив, что количество разряжаемого электричества очень велико, а его потенциал очень мал, и показал, что чем больше увеличивался заряд и уменьшался потенциал в его модели, тем точнее она имитировала поведение торпеды.

Но главный интерес в этой статье заключается в указаниях, которые она дает на то, что Кавендиш был осведомлен о законах, регулирующих протекание электричества по множеству проводников, и в приведенных сравнениях электрического сопротивления. Раньше считалось, что электричество всегда выбирает кратчайший или наилучший путь и что весь разряд будет происходить по этому пути. Франклин, похоже, предположил это в цитируемом отрывке[4] в отношении разряда молнии по незаизолированному проводнику, а не через здание. Истина, однако, заключается в том, что, когда несколько путей открыты для электрического тока, он будет разделяться между ними в обратном соотношении их сопротивлений или непосредственно в соответствии с их проводимостью, так что, каким бы большим ни было сопротивление одного из проводников, некоторая часть, хотя это может быть и очень малая доля, разряда будет проходить через него. Но этот закон не выполняется в случае изоляторов, таких как воздух, через которые электричество проходит только посредством разрушающих разрядов и которые полностью препятствуют его прохождению, если только электродвижущая сила не достаточна, чтобы пробить их вещество. Однако в случае с громоотводом его сопротивление обычно настолько мало по сравнению с сопротивлением здания, для защиты которого он используется, что вывод Франклина практически верен.

В своей статье о торпедо Кавендиш заявил, что некоторые эксперименты показали, что железная проволока проводит в 400 000 000 раз лучше, чем дождевая или дистиллированная вода, морская вода в 100 раз, а насыщенный раствор морской соли примерно в 720 раз лучше, чем дождевая вода. Максвелл указал, что это сравнение железной проволоки с морской водой почти точно согласуется с измерениями Маттисена и Кольрауша при температуре 11 °C. Записи экспериментов, которые привели к этим результатам, были найдены среди неопубликованных работ Кавендиша, и эксперименты также показали, что электропроводность солевых растворов была почти пропорциональна процентному содержанию соли, когда оно было не очень большим — результат, также полученный много лет спустя Кольраушем. Производя эти измерения, Кавендиш использовал свой собственный гальванометр. Растворы содержались в стеклянных пробирках длиной более трех футов, а в раствор на разное расстояние была вставлена проволока; таким образом, можно было сделать так, чтобы разряд проходил через столб жидкости любой длины, меньшей, чем длина самой трубки. Из Лейденской батареи из сорока девяти банок были отобраны и заряжены вместе шесть банок почти одинаковой емкости, причем для каждого удара использовался заряд только одной банки. Разряд проходил через столб жидкости, содержащейся в трубке, от провода, вставленного на дальнем конце, пока не достигал скользящего провода, когда почти весь ток приходился на провод из-за его меньшего сопротивления, а оттуда проходил через гальванометр, которым был сам Кавендиш. Две трубки обычно сравнивали вместе, и банки поочередно выпускались через трубки, и предполагалось, что трубка, которая давала наибольший толчок, обладала наименьшим сопротивлением. Затем провода регулировали до тех пор, пока удары не стали почти равными, и определяли положения, при которых первая трубка обладала большим, а затем меньшим сопротивлением, чем вторая. Исходя из этих положений, была рассчитана длина столба жидкости, которая должна была обеспечить точное равенство сопротивлений двух трубок. Но результат, представляющий наибольший теоретический интерес, был получен при разливе лейденских банок по широким и узким пробиркам, содержащим одни и те же растворы. С помощью этих экспериментов Кавендиш обнаружил, что сопротивление проводников не зависит от силы протекающих в них токов; иными словами, он установил закон Ома для электролитов в форме, которая давала ему полное объяснение. Это было в январе 1781 года. Закон Ома был впервые официально сформулирован в 1827 году. Физический факт, который выражается этим, заключается в том, что отношение электродвижущей силы к производимому току одинаково для одного и того же проводника, в остальном при одних и тех же физических условиях, какими бы большими или малыми ни были эти электродвижущие силы.

Кавендиш уделял значительное внимание теме тепла, особенно термометрии. Во многих своих исследованиях скрытой и удельной теплоемкости он работал в тех же направлениях, что и Блэк, и примерно в то же время; но трудно определить точную дату некоторых работ Кавендиша, поскольку он часто не публиковал их в течение длительного времени после их завершения, и большинство результатов Блэка были обнародованы только для его лекционной аудитории. Кавендиш, однако, улучшил Блэка в изложении некоторых своих результатов. Например, тепло, которое поглощается телом при переходе из твердого состояния в жидкое или из жидкого в газообразное, Блэк назвал "скрытым теплом" и предположил, что оно становится скрытым внутри вещества, готовым проявиться, когда тело вернется в свое первоначальное состояние.

Это тепло, о котором говорил Кавендиш, *разрушается* или *генерируется*, и это соответствует тому, что мы теперь знаем о природе тепла, поскольку, когда тело переходит из твердого состояния в жидкое, или из жидкого или твердого в газообразное, состояние, должен быть выполнен определенный объем работы, и соответствующее количество тепла расходуется на это. Когда тело возвращается в свое первоначальное состояние, тепло восстанавливается, как когда тяжелое тело падает на землю или согнутая пружина возвращается к своей первоначальной форме. Определение Кавендишем так называемой скрытой теплоты пара было очень незначительной ошибкой.

Примерно в 1760 году были распространены весьма необычные верования относительно чрезмерной степени холода и быстрых колебаний температуры, которые имеют место в арктических регионах. Браун из Санкт-Петербурга наблюдал, что ртуть, затвердевая в трубке термометра, опускалась более чем на четыреста градусов, и предполагалось, что температура плавления ртути была примерно на 400° ниже нуля по Фаренгейту. Затем возникла необходимость предположить, что, пока ртуть в термометре замерзала, температура колебалась до такой степени, и таким образом, эти дикие сообщения стали актуальными. Кавендиш и Блэк независимо объяснили эту аномалию, и каждый предложил один и тот же метод определения точки замерзания ртути. Кавендиш, однако, подготовил устройство, которое отправил губернатору Хатчинсу в форт Олбани, Гудзонов залив. Он состоял из внешнего сосуда, в котором ртути давали замерзнуть, но не всей ее массе, а колбу термометра держали погруженной в жидкий металл внутри. Таким образом, ртуть в термометре была охлаждена до температуры плавления, не начав затвердевать, и было обнаружено, что температура составляет от 39° до 40° ниже нуля по Фаренгейту.

Как химик, Кавендиш известен своим эвдиометрическим анализом, с помощью которого он определил процентное содержание кислорода в воздухе с точностью, которая сделала бы честь химику наших дней, и своим открытием состава воды; но в целом миру он, пожалуй, больше всего известен благодаря знаменитому "эксперименту Кавендиша" по определению массы и, следовательно, средней плотности земли. Первоначально этот аппарат был предложен преподобным Джоном Мичеллом, но впервые был использован Кавендишем, который таким образом определил среднюю плотность земли равной $5 \cdot 45$. По просьбе Астрономического общества расследование впоследствии было продолжено мистером Фрэнсисом Бейли, который после долгих трудов обнаружил, что основные источники ошибок были вызваны тепловым излучением и, как следствие, изменением температуры частей аппарата во время эксперимента. Чтобы свести к минимуму излучение и поглощение, он позолотил основные части аппарата и внутреннюю часть корпуса, в котором он находился, и тогда его результаты стали последовательными. Кавендиш сам предположил причину расхождения, но позолоту предложил директор Forbes. В результате многих сотен экспериментов мистер Бейли вывел для средней плотности земли $5 \cdot 6604$. Аппарат Кавендиша представлял собой изящные крутильные весы, при помощи которых два свинцовых шарика поддерживались на концах деревянного стержня, подвешенного на тонкой проволоке. Эти шары были около двух дюймов в диаметре, и эксперимент состоял в определении отклонения деревянного рычага за счет притяжения двух больших твердых свинцовых шаров, поднесенных очень близко к шарам и расположенных так, что притяжение каждого из них имело тенденцию поворачивать стержень горизонтально в одном и том же направлении. Сила, необходимая для создания наблюдаемого отклонения,

была рассчитана исходя из времени качания стержня и шариков, когда они были предоставлены сами себе. Таким образом, была определена сила, действующая на любой шар известной металлической сферической массой, центр которой находится на известном расстоянии, и было легко вычислить, какая масса, центр которой находится в центре земли, потребуется, чтобы притянуть один из шаров с силой, с которой, как известно, его притягивает земля.

Доктор Уилсон резюмирует взгляд Кавендиша на жизнь следующими словами:

Его теория вселенной, по-видимому, заключалась в том, что она состояла *исключительно* из множества объектов, которые можно было взвесить, пронумеровать и измерить; и призвание, к которому он считал себя призванным, состояло в том, чтобы взвесить, пронумеровать и измерить столько этих объектов, сколько позволяли отведенные ему три десятка лет. и десять. Это убеждение влияло на все его поступки — как на великие научные предприятия, так и на мелкие детали его повседневной жизни. Μέτρω πάντα, καὶ ἀριθμῶ καὶ σταθμῶ был его девиз, и в микрокосме его собственного характера он пытался отражать и повторять подчинении непоколебимый закон и необходимость гармонии, назначенный условиях макромиира Божьей Вселенной.



ГРАФ РУМФОРД.

Бенджамин Томпсон, как и Франклин, был уроженцем Массачусетса, его предки на протяжении нескольких поколений были йоменами в этой провинции и потомками первых колонистов залива. В оружейной грамоте, выданной ему при посвящении в рыцари Георгом III, он описан как "сын Бенджамина Томпсона, покойного уроженца провинции Массачусетский залив в Новой Англии, Гент". Он родился в доме своего деда, Эбенезера Томпсона, в Воберне, штат Массачусетс, 26 марта 1753 года. Его отец умер в возрасте двадцати шести лет 7 ноября 1754 года, оставив младенца Бенджамина и его мать на попечение бабушки и дедушки. Вдова вышла замуж за Джосайю Пирса-младшего в марте 1756 года и вместе со своим ребенком, теперь уже

трехлетним мальчиком, переехала жить в дом, расположенный недалеко от ее прежнего места жительства.

Молодой Томпсон, судя по всему, получил хорошее начальное образование в деревенской школе. Из некоторых замечаний, сделанных им спустя годы своему другу месье Пикте, можно сделать вывод, что отчим относился к нему не очень по-доброму. Однако ясно, что между ним и его матерью всегда были самые нежные отношения, и у последней, по-видимому, не было причин жаловаться на обращение, которому она подвергалась со стороны своего второго мужа, с которым она прожила до очень глубокой старости. Однако не менее ясно и то, что у Томпсона в раннем детстве развились некоторые наклонности, которые не встречали готового сочувствия со стороны окружающих. Его опекуны предназначили его в качестве фермера, как и его предки, и его эксперименты по механике, которые отнимали у него большую часть игрового времени и, по всей вероятности, немало часов, которые следовало бы посвятить менее интересной работе, не рассматривались как направленные к намеченной цели. Поэтому на него, вероятно, смотрели как на "ленивого, взбалмошного и бесперспективного". Позже его отправили в школу в Байфилде, а в 1764 году, в возрасте одиннадцати лет, "отдали на воспитание мистеру Хиллу, способному учителю в Медфорде, городке, примыкающем к Воберну". В конце концов, когда его друзья оставили всякую надежду когда-либо сделать из мальчика фермера, 14 октября 1766 года он был отдан в подмастерья мистеру Джону Эпплтоу из Салема, импортеру британских товаров и торговцу разными товарами. Он жил со своим хозяином и, похоже, в целом выполнял свою работу удовлетворительно, но есть свидетельства того, что в рабочее время он проводил свободные минуты за механическими приспособлениями, которые обычно прятал под прилавком, и даже иногда отваживался поупражняться на скрипке в магазине. Он оставался с мистером Эпплтоном до осени 1769 года и в течение этого времени посещал служение преподобного Томаса Барнарда. Этот джентльмен, по-видимому, проявлял большой интерес к мальчику и обучал его математике, так что в возрасте пятнадцати лет он смог "рассчитать затмение" и был в восторге, когда затмение началось через шесть секунд после его расчетного времени. Томпсон, будучи учеником, проявил отличные способности к рисованию и дизайну и вырезал для своих друзей приспособления на рукоятках их ножей или других орудий труда. Именно в это время он сконструировал сложное устройство для создания вечного двигателя, и, как говорят, однажды вечером он отправился пешком из Салема в Воберн, чтобы показать его Лоамми Болдуину, который был на девять лет старше его, но его самым близким другом. Как и у многих других устройств, предназначенных для той же цели, у него был только один недостаток — он не срабатывал.

Это было в 1769 году, когда Томпсон готовил фейерверк для иллюминации, посвященной отмене Закона о гербовом сборе, когда он растирал свои материалы в ступке, он был ранен сильным взрывом. В его записной книжке было множество инструкций по изготовлению фейерверков.

Во время ученичества Томпсона эти вопросы будоражили общественное сознание, что в конечном итоге привело к Войне за независимость. Мистер Эпплтон был одним из тех, кто подписал соглашение об отказе от импорта британских товаров, и это настолько повлияло на торговлю магазина, что у него больше не было необходимости в подмастерье. Поэтому осенью 1769 года Томпсон отправился в Бостон в качестве подмастерья продавца в галантерейном магазине, но через несколько месяцев был вынужден уехать из-за спада в торговле, вызванного соглашением о невзаиме.

Его записная книжка, содержащая записи, сделанные в это время, включала несколько очень хорошо нарисованных юмористических зарисовок и некоторое количество деловых записок, которые показывают, что он был очень систематичен в ведении своих счетов. Его основным методом зарабатывания денег, или, скорее, пополнения "кредитной" части его счетов, было распиливание дерева. Серия записей, сделанных в июле и августе 1771 года, показывает расходы, которые он понес на конструирование электрической машины. По списку приобретенных предметов нелегко определить характер сконструированной им машины; но интересно отметить, что в то время в Америке цена азотной кислоты составляла 2,6 *шилл.* за унцию; лака - 40 *шилл.* за пинту; шеллака - 5 *шилл.* за унцию; латунной проволоки - 40 *шилл.* за фунт; и железной проволоки - 1 *шилл.* 3 *шилл.* за ярд. Природа проблем, которые занимали его мысли в течение последних года или двух его деловой жизни, очевидна из следующих писем:

Воберн, 16 августа 1769 года.

Мистер Лоамми Болдуин,

сэр,

Пожалуйста, сообщите мне, каким образом огонь воздействует на глину, чтобы изменить цвет с естественного цвета на красный, с красного на черный и т.д.; и как он воздействует на серебро, чтобы превратить его в синий.

Я ваш самый смиренный и послушный слуга,

Бенджамин Томпсон

Боже, храни короля.

Воберн, август 1769 года.

Мистер Лоамми Болдуин,

сэр,

Пожалуйста, расскажите о природе, сущности, начале существования и возникновении ветра в целом, со всей их теорией, чтобы иметь возможность ответить на все связанные с этим вопросы.

Твой,

бенджамин Томпсон.

Это был обширный запрос, и ответ, вероятно, не совсем удовлетворил спрашивающего. На обороте вышеупомянутого письма было написано:—

Воберн, 15 августа 1769 года.

Сэр

До появления воздушного элемента было создано лишь несколько существ (для обитателей этого мира); поэтому до нас не дошло, как Великий Творец сформировал его материю.

Поэтому я оставляю это до тех пор, пока меня не спросят только о Естественной причине и о том, почему ветер разносится во все стороны за столь короткое время.

Теперь Томпсон, по-видимому, оставил бизнес и начал изучать медицину под руководством доктора Хэя, которому в течение полутора лет он платил сорок шиллингов в неделю за питание. За это время он оплатил часть своих расходов, проведя несколько недель подряд в школе в Уилмингтоне и Брэдфорде, а другую часть оплатил деревянными веревками. О его деловых способностях, а также о его нелюбви к обычной работе свидетельствуют некоторые договоренности, которые он заключил, чтобы распилить древесину и связать ее по ценам, значительно ниже тех, по которым ему самому за это платили. Его записная книжка, сделанная в это время, содержит, помимо деловых записей, несколько квитанций на лекарства и описания хирургических операций, в некоторых случаях иллюстрированных эскизами. В своей работе он был методичен и трудолюбив, и жизнь студента-медика подходила его гению гораздо больше, чем жизнь продавца в галантерейном магазине. Преподавая в Уилмингтоне, он, по-видимому, привлек внимание гимнастическими упражнениями, которыми занимался как сам, так и его ученики. Будучи студентом доктора Хэя, он посетил несколько научных лекций в Гарвардском колледже. На удовольствие и пользу, которые он извлекал из этих лекций, в достаточной степени указывает тот факт, что сорок лет спустя он сделал колледж своим законным наследником.

Томпсон завоевал такую репутацию учителя за те несколько недель, что он преподавал в деревенских школах в течение своей студенческой жизни, что получил приглашение от полковника Тимоти Уокера приехать в Конкорд, в Нью-Гэмпшире, на Мерримак, и принять постоянную должность в старшей начальной школе. Именно из этого места впоследствии он получил свой титул, поскольку раннее название Конкорда было Румфорд, и название было изменено на Конкорд, "чтобы отметить восстановление гармонии после длительного периода волнений по поводу юрисдикции провинции и ее отношений с соседями".

Молодой школьный учитель Конкорда вскоре сблизился с городским священником преподобным Тимоти Уокером, [5] человеком, которого настолько уважали, что его трижды отправляли в Великобританию по дипломатическим делам. Дочь мистера Уокера была замужем за полковником Рольфом, человеком богатым и высокопоставленным, и, за исключением губернатора Говорят, что Портсмут был первым человеком в Нью-Гэмпшире, который управлял экипажем и парой лошадей. Вскоре Томпсон женился — или, как он сказал Пикте, был женат на — молодой вдове. Что бы ни подразумевалось под этой другой постановкой вопроса, нет никаких сомнений в том, что Томпсон всегда испытывал величайшее уважение к своему тестю и всегда вспоминал о нем с искренней благодарностью. Теперь, по-видимому, судьба доблестного молодого школьного учителя была благополучной; когда помолвка была улажена, экипаж и пара были снова поданы, и юноша был одет в свое любимое алое платье, как человек богатый и занимающий положение. В этом наряде он поехал в Воберн и представил свою будущую жену своей матери, чье удивление лучше представить, чем описать.

[5] Отец полковника.

Точная дата женитьбы Томпсона неизвестна. Его дочь Сара, впоследствии графиня Румфорд, родилась в особняке Рольфов 18 октября 1774 года. Излишне говорить, что из-за помолвки с миссис Рольф преподавание в школе прекратилось.

Теперь у Томпсона было большое поместье и достаточно средств для его улучшения. Он уделял много внимания садоводству и отправлял в Англию за садовыми семенами. Каким-то образом он привлек внимание губернатора Портсмута Вентворта, который пригласил его в Дом правительства, и был настолько очарован бывшим подмастерьем, студентом-медиком и школьным учителем, что сразу присвоил ему звание майора. Это назначение стало причиной несчастий, которые почти сразу же начали постигать его. Он вызвал зависть своих коллег-офицеров, начальником над которыми был назначен, и ему не удалось заручиться доверием гражданских лиц Конкорда.

Общественное мнение в Новой Англии было сильно настроено против метрополии. Представления были направлены британскому правительству, но, похоже, к ним отнеслись с презрением. Очень многие из этих документов были найдены после окончания войны нераспечатанными в ящиках стола Министерства по делам колоний. Британские министры, по-видимому, мало знали о нуждах своих американских подданных, и отношения быстро становились все более и более напряженными. Патриоты учредили комитеты для наблюдения за патриотизмом своих соотечественников, и, таким образом, свобода свободной страны была провозглашена учреждением, по своему характеру очень близким к инквизиции; а Комитеты по переписке и безопасности принимали показания каждого шпиона или подслушивающего, который приходил к ним с докладами о подозреваемых лицах. Томпсона обвинили в "торизме"; единственным определенным обвинением против него было то, что он добился смягчения наказания для нескольких дезертиров из Бостона, которые некоторое время работали в его поместье. Он был вызван в Комитет безопасности, но отказался делать какие-либо признания в действиях, наносящих ущерб его стране, на том основании, что ему не в чем было признаваться. Вся его последующая жизнь показывает, что его симпатии были в значительной степени на стороне монархии и централизации, но в то время, по-видимому, не было никаких доказательств, которые можно было бы предъявить против него. Население, однако, ворвалось в его дом, и он был обязан своей безопасностью тому факту, что получил уведомление об их намерениях и сбежал за несколько часов до этого. Это было в ноябре 1774 года. Затем Томпсон нашел убежище в Воберне у своей матери, но народная неприязнь беспокоила его и здесь, так что его жизнь была полна больших тревог.

Находясь в Воберне, его жена и ребенок присоединились к нему и пробыли там несколько месяцев. В конце концов он был арестован и заключен в город по подозрению во враждебности интересам своей страны. Когда он предстал перед Следственным комитетом, против него не было представлено никаких доказательств. Затем майор Томпсон подал прошение о заслушивании в Комитете Конгресса провинции в Вашингтоне. Представить это прошение он поручил своему другу полковнику Болдуину. Комитет передал петицию Конгрессу, который отложил ее рассмотрение ради более неотложных дел. Наконец он добился слушания дела в своем родном городе, но результат был неопределенным, и он не добился публичного оправдания, которого он желал, хотя Комитет по переписке установил, что "упомянутый Томпсон" "ни в одном случае не проявлял враждебного отношения к американской свободе; но его общее поведение свидетельствовало о прямо противоположном; и поскольку сейчас он дал нам самые решительные заверения в своих добрых намерениях, мы рекомендуем ему дружбу, доверие и защиту всех хороших людей в этой и соседних провинциях". Это решение, однако, по-видимому, не было обнародовано; и Томпсон, выйдя на свободу, удалился в Чарльзтаун, недалеко от Бостона. Когда здания Гарвардского колледжа были переоборудованы в казармы, майор Томпсон помог в передаче книг в Конкорд. Говорят, что после битвы при Чарльзтауне

Томпсон был представлен генералу Вашингтону и, вероятно, получил бы чин под его началом, если бы не противодействие некоторых офицеров из Нью-Гэмпшира. Впоследствии он нашел убежище в Бостоне, и, похоже, он никогда больше не видел свою жену или ее отца. Свою дочь он больше не видел до 1796 года, когда ей было двадцать два года. 24 марта 1776 года генерал Вашингтон вынудил британские войска эвакуироваться из Бостона; Томпсон был первым официальным представителем этой информации в Лондоне. Конечно, его собственность в Конкорде была конфискована в пользу штата Массачусетс, а сам он был запрещен Законом об отчуждении штата Нью-Гэмпшир в 1778 году.

Когда Томпсон прибыл в Лондон с информацией об эвакуации Бостона, лорд Джордж Джермейн, военный министр, увидел, что он может предоставить много информации, которая была бы ценной для правительства. Вскоре ему было найдено назначение в Министерство по делам колоний, а затем он был назначен секретарем провинции Джорджия, однако в последнем качестве у него не было никаких обязанностей. На протяжении всей своей карьеры в Министерстве по делам колоний он поддерживал очень близкие отношения с лордом Джорджем Джермейном и обычно завтракал с ним. В июле 1778 года он был гостем лорда Джорджа в Стоунленд Лодж, и здесь в компании с мистером Боллом, настоятелем Уитхэма, он провел эксперименты, "чтобы определить наиболее выгодное положение жерла в огнестрельном оружии и измерить скорость пуль и отдачу при различных обстоятельствах".

Результаты этих исследований обеспечили ему дружбу сэра Джозефа Бэнкса, президента Королевского общества, а Томпсон был не из тех, кто упускает возможности из-за отсутствия возможности ими воспользоваться. В 1779 году он был избран членом Королевского общества "как джентльмен, хорошо разбирающийся в естественных знаниях и многих областях светского образования". В том же году он отправился в круиз на "*Виктори*" с сэром Чарльзом Харди, чтобы продолжить свои эксперименты с порохом для тяжелых орудий. Здесь он изучал принципы работы морской артиллерии и разработал новый кодекс морских сигналов. В 1780 году он был назначен заместителем государственного секретаря Северного департамента и в этом качестве осуществлял надзор за транспортными и комиссариатскими мероприятиями для британских вооруженных сил.

После поражения Корнуоллиса лорду Джорджу Джермейну и его департаменту пришлось принять на себя основную тяжесть недовольства парламента. Лорд Джордж подал в отставку со своего поста в правительстве и был назначен виконтом Сэквиллом. Однако ранее он присвоил Томпсону звание подполковника британской армии, и Томпсон, вероятно, предвидя исход событий и их влияние на министерство, уже был в Америке, когда лорд Джордж подал в отставку. Он намеревался приземлиться в Нью-Йорке, но встречный ветер загнал его в Чарльзтаун. Нет необходимости перечислять печальные события, предшествовавшие окончанию войны. Следовало ожидать, что его соотечественники сделают много горьких заявлений относительно действий самого Томпсона в качестве полковника, командующего британским гарнизоном, поскольку в конце концов ему удалось добраться до Лонг-Айленда и принять командование королевскими американскими драгунами, которые ожидали его там. Дух войны всегда пагубно действует на тех, кто подвергается его влиянию, и подполковник Томпсон на Лонг-Айленде, несомненно, сильно отличался от того, каким мы его видели до и после; да и проведенные таким образом месяцы не были особенно плодотворными в научной работе.

В 1783 году, перед окончательным расформированием британских войск, Томпсон вернулся в Англию и получил звание полковника с половинным жалованьем до конца своей жизни. Все еще стремясь к военной службе, он получил разрешение путешествовать по Континенту в надежде служить в австрийской армии против турок. Он взял с собой трех английских лошадей, которые очень не понравились его попутчикам, пересекавшим Ла-Манш на маленькой лодке. Томпсон отправился в Страсбург, где привлек внимание принца Максимилиана, в то время фельдмаршала Франции, а впоследствии курфюрста Баварии. Покидая Страсбург, принц представил его своему дяде, курфюрсту Баварии. Он пробыл несколько дней в Мюнхене, но, добравшись до Вены, узнал, что война против турок продолжена не будет, поэтому вернулся в Мюнхен, а оттуда в Англию.

Мсье Пикте приводит следующий отчет Румфорда о том, как он излечился от своей страсти к войне:

"Я обязан, - сказал он мне однажды, - милосердному божееству тем, что вовремя избавился от этого воинственного безумия. В доме принца де Кауница я познакомился с дамой семидесяти лет, безграничной духом и полной информации. Она была женой генерала Бургхаузена. Император Иосиф II часто приходил, чтобы провести с ней вечер. Этот превосходный человек проникся ко мне уважением; она дала мне мудрейший совет, заставила мои мысли принять новое направление и открыла мне глаза на другие виды славы, кроме победы в битве".

Если жизненный путь, который впоследствии избрал полковник Томпсон, был обусловлен советом этой леди, она заслуживает европейской репутации. Курфюрст Баварии Карл Теодор направил Томпсону настоятельное приглашение поступить к нему на службу в своего рода полувоенном и полугражданском качестве, чтобы помочь в реорганизации его владений и устранении имевших место злоупотреблений. Прежде чем принять это назначение, необходимо было получить разрешение Георга III. Король не только одобрил эту договоренность, но и 23 февраля 1784 года пожаловал полковнику рыцарское звание. Затем сэр Бенджамин вернулся в Баварию и был назначен курфюрстом полковником кавалерийского полка и генерал-адъютантом. Для него была обставлена роскошная резиденция в Мюнхене, и здесь он жил скорее как принц, чем как солдат. Прошло одиннадцать лет, прежде чем он вернулся, пусть даже с визитом, в Англию, и эти годы были потрачены им на благотворительность и государственную деятельность, которым трудно найти параллель. В одно время он занимается реорганизацией военной системы страны, организует полную систему военной полиции, возводит арсеналы в Мангейме и Мюнхене; в другое время он проводит научные исследования в одном из этих арсеналов; а затем он готовит дешевые обеды для бедняков страны.

Одним из величайших зол постоянной армии является праздность, которую она развивает в своих рядовых, делая их непригодными к делу жизни по окончании военной службы. Томпсон начал с того, что атаковал это зло. В 1788 году он был произведен в генерал-майоры кавалерии и действительные статские советники и был поставлен во главе Военного министерства с инструкциями осуществлять любые разработанные им планы реформирования армии и искоренения нищенства. Через четыре года после своего приезда в Мюнхен он начал претворять некоторые из своих планов в жизнь. Жалованье солдат составляло всего три пенса в день, а их жилища были крайне неудобными, в то время как их муштра и дисциплина были излишне утомительными. Томпсон принялся за работу, чтобы сделать "солдат гражданами, а граждан солдатами". Солдатское жалованье, форма и жилье были улучшены; дисциплина стала

менее обременительной; школы, в которых преподавались три буквы "P", были соединены со всеми полками, и здесь не только солдаты, но и их дети, а также другие дети обучались бесплатно. Солдаты не только были заняты на общественных работах и, таким образом, приучены к трудолюбию, в то время как их оживляли в работе звуки их собственных военных оркестров, но и снабжались различного рода сырьем, и им разрешалось, когда они не при исполнении служебных обязанностей, изготавливать различные изделия и продавать их для собственной выгоды — порядок, который в нашей стране сегодня, вероятно, вызвал бы бурю неприятия со стороны представителей различных профессий. Гарнизоны были созданы постоянными, чтобы все солдаты могли находиться рядом со своими домами и оставаться там, и в мирное время только небольшая часть войск должна была находиться в гарнизоне в любое время, так что большую часть своей жизни каждый солдат проводил дома. У каждого солдата был небольшой огород, предназначенный для его использования, и его плоды были его единственной собственностью. Солдатам предоставлялись огородные семена, и особенно семенной картофель, поскольку в то время картофель был почти неизвестен в Баварии. При таких обстоятельствах реформа была быстро осуществлена; праздные люди начали проявлять интерес к своим садам, и все смотрели на сэра Бенджамина как на благодетеля.

Заручившись таким образом поддержкой армии, Томпсон решил напасть на нищенствующих. Количество нищих можно оценить по тому факту, что в Мюнхене с населением в шестьдесят тысяч человек за неделю было схвачено не менее двух тысяч шестисот попрошаек. В городах они обладали законченной организацией, и выгодные должности распределялись в обычном порядке или передавались по наследству в соответствии с определенными обычаями. В сельской местности батраки просили милостыню у путешественников, а детей с младенчества приучали к нищенству. Конечно, простым попрошайничеством зло не закончилось. Детей крали и жестоко обращались с ними с целью заручиться сочувствием, и люди стали считать это зло неизбежным. Томпсон организовал регулярную систему военного патрулирования в каждой деревне страны, для этой работы были выделены четыре кавалерийских полка. Затем, 1 января 1790 года, когда нищие в полном составе отправились на свой ежегодный праздник, Томпсон с другими полевыми офицерами и городскими магистратами подал сигнал, и все нищие в Мюнхене были схвачены тремя пехотными полками, находившимися в то время в гарнизоне. Нищих отвели в ратушу, и их имена и адреса занесли в подготовленные для этой цели списки. Им было приказано явиться на следующий день в "военный работный дом", и была назначена комиссия для выяснения состояния каждого, для чего город был разделен на шестнадцать районов. Избавленные от зла, которое они считали неизбежным, горожане с готовностью подписывались с целью оказания систематической помощи, в то время как торговцы отправляли продукты питания и другие предметы первой необходимости в "комитет помощи". В военном работном доме бывшие нищенствующие шили всю униформу для войск, а также большое количество одежды для продажи в Баварии и других странах. Томпсон сам оборудовал кухню и следил за ней, где ежедневно готовилась еда на тысячу—полторы тысячи человек; а под руководством сэра Бенджамина обед на тысячу человек готовился при затратах на топливо в четыре пенса полпенни - результат, который едва ли превзойден в наше время даже в Гейтсхеде.

О том, что работа Томпсона была оценена теми, в чьих интересах она была предпринята, свидетельствует тот факт, что однажды, когда он был опасно болен, мюнхенская беднота отправилась публичной процессией в собор, чтобы помолиться за него, хотя он был иностранцем и протестантом. Возможно, может показаться, что его филантропическая

деятельность имеет мало общего с физической наукой; но для Томпсона все было научным экспериментом, проведенным по-настоящему научным образом. Например, освещение военного рабочего дома дало материал для длинной серии экспериментов, описанных в его работах по фотометрии, цветным теням и т.д. Исследования наилучших методов использования топлива в кулинарных целях привели к появлению некоторых из его самых сложных эссе; и его эссе о еде было одинаково приветствовано в Лондоне и Баварии во времена большого дефицита и когда казалось, что голод надвигается.

Императору Иосифу наследовал Леопольд II., но во время междоусобицы курфюрст Баварии был наместником империи, и он использовал власть, временно оказавшуюся в его руках, для возведения сэра Бенджамина в достоинство графа Священной Римской империи с вручением ордена Белого Орла, а титул, который выбрал новый граф, был старым названием деревни в Новой Англии, где он провел два или три года своей супружеской жизни.

В 1795 году граф Румфорд вернулся в Англию, чтобы опубликовать свои эссе и рассказать в этой стране кое-что о работе, которой он занимался. Вскоре после его прибытия у него отняли большую часть его рукописей, а сундук с ними украли из его кареты на кладбище церкви Святого Павла. По приглашению лорда Пелхэма он посетил Дублин и провел некоторые из своих улучшений в больницах и других учреждениях этого города. По возвращении в Лондон он оборудовал кухню приюта для подкидышей.

Леди Томпсон дожила до того, чтобы услышать о высоком положении своего мужа в Баварии, но умерла 29 января 1792 года. Когда Румфорд приехал в Лондон в 1795 году, он написал своей дочери, которой тогда был двадцать один год, чтобы она встретила с ним там, и 29 января 1796 года она отправилась в *Чарльзтаун* Бостона. Она оставалась со своим отцом более трех лет, и в ее автобиографии содержится много информации о деяниях графа за это время.

Находясь в Лондоне, граф Румфорд приобрел высокую репутацию целителя дымящих дымоходов. Одна строительная фирма была полностью занята выполнением работ в соответствии с его инструкциями; и в своем отеле на Пэлл-Мэлл он проводил эксперименты с каминами. Он пришел к выводу, что стенки камина должны составлять угол 135° со спинкой, чтобы направлять тепло прямо вперед; и что ширина спинки должна составлять одну треть ширины переднего отверстия и подниматься перпендикулярно, пока оно не соединится с грудиной. "Rumford roaster" завоевал репутацию не меньшую, чем его открытый камин.

Именно во время этого пребывания в Лондоне Румфорд подарил Лондонскому королевскому обществу и Американской академии наук 1000 фунтов стерлингов на три процента. Фонд, с целью вручения медали, которая будет называться медалью Румфорда и вручаться каждый последующий год за лучшую работу, выполненную в течение предыдущих двух лет по предметам "Тепло и свет". Он распорядился, чтобы две медали, одна золотая, а другая серебряная, были отчеканены из одного кубика, стоимость которых вместе составила бы 60 фунтов стерлингов. Всякий раз, когда награда не присуждалась, проценты должны были добавляться к основной сумме долга, а превышение дохода за два года над 60 фунтами стерлингов должно было быть представлено наличными получателю медали. В настоящее время представленной таким образом суммы достаточно для оплаты членского взноса за пожизненное членство в Королевском обществе. Первое вручение медали самому Румфорду было произведено в 1802 году. Другими лауреатами были Джон Лесли, Уильям Мердок, Этьен-Луи Малюс, Уильям Чарльз Уэллс, Хамфри Дэви, Дэвид Брюстер, Огюстен Жан Френель,

Македонио Меллони, Джеймс Дэвид Форбс, Жан Батист Био, Генри Фокс Тэлбот, Майкл Фарадей, М. Реньо, Ф. Дж. Д. Араго, Джордж Габриэль Стоукс, Нил Арнотт, М. Пастер, М. Джеймин, Джеймс Клерк Максвелл, Кирхофф, Джон Тиндалл, А. Х. Л. Физо, Бальфур Стюарт, А. О. де Клуазо, А. Дж. Ангстрем, Дж. Норман Локьер, П. Дж. К. Янссен, У. Хаггинс, капитан Эбни.

Летом 1796 года Румфорд и его дочь покинули Англию и вернулись в Мюнхен. Из-за войны они были вынуждены отправиться морем в Гамбург, откуда направились в Мюнхен, где с нетерпением ожидали графа, поскольку политические проблемы вынудили курфюрста покинуть город. После битвы при Фридбурге австрийцы отступили к Мюнхену и, обнаружив, что ворота города закрыты, укрепились на возвышенности, возвышающейся над городом, и из-за какого-то недоразумения с местными властями австрийский генерал пригрозил атаковать город, если какому-либо французу будет позволено войти. Румфорд принял верховное командование баварскими войсками и настолько завоевал уважение генералов-соперников, что ни французы, ни австрийцы не предпринимали никаких попыток войти в город. Большое количество солдат, находившихся сейчас в Мюнхене, дало Румфорду хорошую возможность проявить свое мастерство в приготовлении пищи в больших масштабах, и он сделал это, повысив комфорт солдат и снизив расходы комиссариата. По возвращении курфюрста мисс Сара стала графиней, и ей была закреплена половина пенсии ее отца, что обеспечивало ей пожизненный доход около 200 фунтов стерлингов в год. Многие подробности домашней жизни и общения в этот период проживания в Мюнхене сохранились в автобиографии графини, а также в отчетах об экскурсиях, включая поездку по реке в Зальцбург с целью осмотра соляных копей. После двухлетнего пребывания в Мюнхене граф был назначен полномочным министром Баварии при дворе Великобритании. После неприятного и опасного путешествия он добрался до Лондона, через Гамбург, в сентябре 1798 года, но был ужасно разочарован, узнав, что британский подданный не может быть принят в качестве посланника иностранной державы. Поскольку тогда он не хотел возвращаться в Баварию, он купил дом на Бромптон-Роу. Но он слишком привык к великим предприятиям, чтобы довольствоваться спокойной жизнью, и у него наверняка был наготове какой-нибудь важный план. Ему были направлены настоятельные приглашения вернуться в Америку, но он предпочел жить в Лондоне и посвятил себя основанию Королевского института, хотя графиня вернулась в Штаты в августе 1799 года. Письмо полковника Болдуина ее отцу вскоре после ее возвращения содержит следующий отрывок:

В бочке с фруктами, которую прислали вам ваша дочь и мистер Рольф, находится полдюжины яблок, выращенных на моей ферме, завернутых в бумагу, на которых написано название "*Яблоки Болдуина*".... Это (я полагаю) спонтанное производство в этой стране; то есть изначально это не был привитый фрукт.

История оставшегося периода проживания Румфорда в Лондоне - это ранняя история Королевского учреждения.

В течение многих лет Румфорд располагал для своих филантропических проектов всеми ресурсами баварского электората и делал все с королевским размахом. Его первоначальный план для Королевского института, по-видимому, в значительной степени воплощал работу Департамента науки и искусства, Городского института развития технического образования и гильдий, Национальной школы кулинарии, Лондонского общества расширения университетского преподавания и, в дополнение ко всему этому, представлял собой своего

рода постоянную Международную выставку здоровья, на которой можно было бы осмотреть каждое устройство для бытовых целей, и особенно для улучшения положения бедных. Каким образом все это должно было быть осуществлено с использованием ресурсов, которые граф рассчитывал направить на достижение этой цели, не уточняется. На первое место среди задач этого учреждения была поставлена борьба с пожарами, поскольку его создатель был убежден, что более половины топлива, потребляемого в стране, может быть сэкономлено при надлежащих мерах.

Филантропические цели, с которыми было основано это учреждение, очевидны из того факта, что именно Общество улучшения положения бедных назначило комитет для обсуждения с Румфордом, представления отчета о схеме и сбора средств, необходимых для запуска проекта; и одной из надежд Румфорда в связи с этим было "сделать благотворительность модной". Было решено, что пожертвовавшие по пятьдесят гиней каждый будут бессрочными владельцами заведения; и что подписчики будут приниматься по подписке в размере двух гиней в год или десяти гиней пожизненно. Цена доли собственника была повышена до шестидесяти гиней с 1 мая 1800 года, а затем увеличивалась на десять гиней в год до ста гиней. За очень короткое время у нас набралось пятьдесят восемь подписчиков на сумму пятьдесят гиней, и им Румфорд адресовал брошюру, в которой подробно излагал свой план. В качестве части содержимого будущего учреждения указано следующее: — "Камины в коттеджах и кухонная утварь для дачников; кухня в фермерском доме с ее мебелью; полностью оборудованная кухня с посудой для дома состоятельного джентльмена; прачечная, включающая бойлеры, комнаты для стирки, глажки и сушки белья, для дома джентльмена или для государственной больницы; самые совершенные немецкие, шведские и русские печи для обогрева комнат и коридоров". Насколько это было возможно, все эти вещи нужно было видеть в действии. Здесь также должны были быть декоративные открытые печи с очагами; действующие модели паровых машин, пивоваренных котлов, дистилляционных котлов и конденсаторов, больших котлов для больничных кухонь и корабельных котлов с необходимой посудой; модели вентиляционных устройств, прялок и ткацких станков, "приспособленных к положению бедных"; модели сельскохозяйственных машин и мостов, а также "всех таких других машин и полезных инструментов, которые руководители учреждения сочтут достойными общественного внимания". Все изделия должны были быть снабжены надлежащими описаниями, с указанием имени и адреса производителя, а также цены.

Лекционный зал и лаборатория должны были быть оснащены всем необходимым философским аппаратом, и самые выдающиеся толкователи науки должны были быть привлечены с целью "обучения применению науки для полезных целей жизни".

Лекции должны были включать в себя обогрев и вентиляцию, консервирование пищевых продуктов, агрохимию, химию пищеварения, дубления, отбеливания и крашения, "и, в целом, все механические искусства, поскольку они применяются к различным отраслям производства". Заведением должны были управлять девять менеджеров, из которых трое должны были ежегодно избираться владельцами; а также должен был существовать комитет посетителей, членами которого не должны были быть менеджеры. Король стал покровителем этого учреждения, и первый набор офицеров был назначен им самим. Граф Уинчелси и Ноттингем был президентом; графы Мортон и Эгремонт и сэр Джозеф Бэнкс, вице-президенты; графы Бессборо, Эгремонт и Мортон и граф Румфорд были среди управляющих; герцог Бриджуотер, виконт Пальмерстон и граф Спенсер были гостями; а доктор Томас Гарнетт был

назначен первым профессором физики и химии. Королевская хартия учреждения была скреплена печатью 13 января 1800 года. Надзор за журналами учреждения был возложен на Рамфорда. Некоторое время граф проживал в доме на Албемарл-стрит, который был приобретен учреждением, и, находясь там, руководил рабочими и прислугой.

Доктор Томас Гарнетт, первый профессор этого учебного заведения, пользовался большим уважением и как человек, и как философ, и, кажется, о нем повсюду хорошо отзывались. Но они с Румфордом не могли работать вместе, и, следовательно, его связь с этим учреждением была короткой. Затем Румфорду было разрешено нанять доктора Янга в качестве профессора естественной философии, редактора журналов и главного управляющего палатой представителей с зарплатой в 300 фунтов стерлингов в год. Незадолго до этого внимание графа было приковано к экспериментам с теплом, проведенным Хамфри Дэви, и 16 февраля 1801 года было "решено, что мистер Хамфри Дэви будет принят на службу в Королевский институт в качестве ассистента лектора по химии, директора химической лаборатории и помощника редактора журналов Института; и что ему будет разрешено занимать комнату в доме, снабжаться углем и свечами, и что ему будет выплачиваться жалованье в размере ста гиней в год". По его личному распоряжению. говорят, что внешне Дэви поначалу был несколько неотесан, и граф отнюдь не был очарован им при их первой встрече. Только после того, как Рамфорд выслушал его лекцию наедине, он позволил Дэви читать лекции в театре института; но впоследствии он продемонстрировал свое полное доверие к молодому химику, распорядившись, чтобы все ресурсы института были к его услугам. Дэви обедал с Румфордом в доме графа в Отей, когда он посетил Париж с леди Дэви и Фарадеем в 1813 году. Он приступил к своим обязанностям в этом учреждении 11 марта 1801 года. 15 июня того же года, когда менеджеры возразили против программы его лекций, отставка доктора Гарнетта была принята; и 6 июля на его место был назначен доктор Янг. Доктор Янг подал в отставку, проработав на этом посту всего два года, поскольку счел эти обязанности несовместимыми с его работой врача.

Жизнь Румфорда в Лондоне с каждым днем становилась все более неприятной для него самого. Привыкший, поскольку он жил в Баварии, выполнять все свои проекты "как император", ему было трудно работать в качестве члена группы менеджеров. Один за другим он ссорился со своими коллегами и в конце концов в мае 1802 года покинул Англию, чтобы никогда больше не возвращаться.

Когда выдающиеся деятели науки становятся во главе учреждения, подобного тому, которое основал Румфорд, всегда существует тенденция к постепенному слиянию *технического* преподавания истеблишмента с научными исследованиями; и в данном случае, после ухода Румфорда, гений Дэви постепенно превратил Королевский институт в учреждение для научных исследований, которым он был более трех четвертей века. Вероятно, человек, который ближе всего подошел к реализации всего, что граф Румфорд запланировал для своего учреждения, - покойный сэр Генри Коул; но он преуспел только за счет ресурсов Казны.

Покинув Англию в мае 1802 года, Румфорд отправился в Париж, где пробыл до июля или августа, после чего вновь посетил Баварию и оставался там до следующего года, когда вернулся в Париж. Он снова был в Мюнхене в 1805 году; но при новом курфюрсте, хотя и старом друге

графа, отношения, по-видимому, были не такими, как с его дядей, и в конце концов сам курфюрст был вынужден покинуть Мюнхен, и вскоре после этого баварский суверен стал вассалом Наполеона. 24 октября 1805 года Румфорд женился на мадам Лавуазье, даме блестящих талантов и богатого состояния. Чтобы его положение было почти таким же, как у нее, курфюрст Баварии повысил свою пенсию до 1200 фунтов стерлингов в год. Дом на улице д'Анжу, № 39, был куплен за шесть тысяч гиней, и Румфорд потратил много мыслей и энергии на то, чтобы сделать его с садом в два акра всем, что он только мог пожелать. Но союз оказался не таким счастливым, как он ожидал. Граф любил тишину; мадам де Румфорд любила общество; для первого удовольствие от застолья не имело никакого очарования; вторая получала удовольствие от роскошных званных обедов. Время шло, домашние дела становились все более и более неприятными, и, наконец, после того, как они прожили вместе около трех с половиной лет, была достигнута договоренность о дружеском расставании. Затем граф удалился в небольшое поместье, которое он нанял в Отей, примерно в четырех милях от Парижа. Курфюрст Баварии был коронован 1 января 1806 года, а в 1810 году Румфорд снова был в Мюнхене с целью создания, по просьбе короля, Академии искусств и наук. В Отей к графу присоединилась его дочь в декабре 1811 года, поскольку ее путешествие было сильно отложено из-за захвата судна, на котором она плыла, недалеко от Бордо. Гравюра с изображением дома в Отей и комнаты, в которой Румфорд проводил свои эксперименты, была опубликована в *Illustrated London News* от 22 января 1870 года.

Проживая в Отей, Румфорд часто читал доклады перед Институтом Франции, членом которого он был. Он очень жаловался на ревность, проявляемую другими членами клуба по отношению к любым открытиям, сделанным иностранцем. Он умер в своем доме в Отейле 21 августа 1814 года, на шестьдесят втором году жизни. В 1804 году он передал своей матери дарственную сумму в десять тысяч долларов, чтобы она могла оставить ее по завещанию своим младшим детям. Как упоминалось ранее, Гарвардский колледж был его законным наследником, и завещанное таким образом имущество основало профессорскую должность Румфорда в этом учебном заведении.

Кювье, как секретарь Института, произнес обычную хвалебную речь над его покойным сотрудником. Следующие отрывки проливают некоторый свет на репутацию, которой пользовался граф:—

Он сконструировал два исключительно хитроумных прибора собственного изобретения. Один из них - новый калориметр для измерения количества тепла, выделяемого при сгорании любого тела. Это емкость, содержащая заданное количество воды, через которую по змеевидной трубке проходит продукт сгорания; а вырабатываемое тепло передается через воду, которая при повышении температуры на фиксированное количество градусов служит основой расчетов. Способ, с помощью которого внешнее тепло не влияет на ход эксперимента, очень прост и очень изобретателен. Он начинает операцию при определенном количестве градусов ниже температуры наружного нагрева и заканчивает ее при таком же количестве градусов выше. Наружный воздух забирает обратно во второй половине эксперимента именно то, что он отдал во время первой. Другой прибор служит для того, чтобы отмечать самые незначительные различия в температуре тел или в скорости ее изменений. Он состоит из двух стеклянных колб, наполненных воздухом, соединенных трубкой, в середине которой находится гранула с цветными винными спиртами; малейшее повышение температуры в одной из колб приводит к перемещению

гранулы к другой. Этот инструмент, который он назвал термоскопом, оказал ему особую услугу, ознакомив с разнообразным и мощным влиянием различных поверхностей на передачу тепла, а также указав на различные методы замедления или ускорения по желанию процессов нагревания и замораживания....

Он считал, что неразумно и нехорошо возлагать на людей в массе своей заботу об их собственном благополучии. Кажущееся им таким естественным право судить о том, мудро ли ими управляют, казалось ему фиктивной фантазией, порожденной ложными представлениями о просвещении. Его взгляды на рабство были почти такими же, как у владельца плантации. Он считал правительство Китая наиболее близким к совершенству, потому что, отдавая народ под абсолютный контроль его единственных умных людей и поднимая каждого из тех, кто принадлежал к этой иерархии, по шкале его интеллекта, оно, так сказать, превращало миллионы рук в пассивные органы воли нескольких здравомыслящих голов — идея, которую я излагаю, ни в малейшей степени не претендуя на ее одобрение, и которая, как мы знаем, вряд ли получила бы распространение среди европейских наций.

Что касается остального, каковы бы ни были чувства М. Румфорда к людям, они ни в коей мере не уменьшали его почтения к Богу. В своих произведениях он никогда не упускал ни одной возможности выразить свое религиозное восхищение Провидением и предложить для этого восхищения других бесчисленные и разнообразные меры, принятые для сохранения всех созданий; более того, даже его политические взгляды исходили из его твердого убеждения, что правители должны подражать Провидению в этом отношении, беря на себя заботу о нас, не подчиняясь нам.

Перед новыми правительственными зданиями и Национальным музеем на Максимилианштрассе в Мюнхене на гранитных постаментах стоят четыре бронзовые фигуры высотой десять футов. Они представляют генерала Дероя, Фраунгофера, Шеллинга и графа Румфорда. Статуя Румфорда была установлена в 1867 году на частные средства короля. В английском саду, который спланировал и разбил Рамфорд, находится памятник, установленный во время его отсутствия в Англии в 1796 году, с аллегорическими фигурами Мира и изобилия и медальоном графа.

Простое перечисление опубликованных работ Румфорда заняло бы значительное место, но многие из них имеют больше отношения к филантропии и домашней экономике, чем к физике. Мы видели, что, будучи гостем лорда Джорджа Джермейна, он занимался экспериментами с порохом. Эксперименты проводились обычным способом путем попадания пуль в баллистический маятник и регистрации колебания маятника. Томпсон предложил модификацию баллистического маятника, прикрепив ствол пистолета к маятнику и наблюдая за отдачей, а также сделав поправку на отдачу из-за выброса из пистолета продуктов сгорания пороха, превышение которых позволило рассчитать скорость пули. Впоследствии он провел эксперименты с максимальным давлением, создаваемым взрывом пороха, и указал, что количество пороха в боеприпасах зависит не только от общего количества образующегося газа, но и от скорости горения. Руководя мюнхенским арсеналом, Румфорд взорвал небольшие заряды пороха в специально сконструированном приемнике, который был закрыт заглушкой из хорошо смазанной кожи, а на нее была надета стальная полусфера, придавленная 24-фунтовой латунной пушкой весом 8081 фунт. Он обнаружил, что вес пистолета был поднят взрывом количества пороха, варьирующегося от двенадцати до пятнадцати гран, и, следовательно,

пришел к выводу, что, если продукты сгорания пороха были ограничены пространством, фактически занимаемым твердым порохом, начальное давление превысило бы двадцать тысяч атмосфер. Расчет Румфорда давления, основанный на разрыве бочки, которую он сконструировал ранее, неудовлетворителен, поскольку он не принимает во внимание тот факт, что внутренние участки металла поддались бы задолго до того, как внешние слои проявили бы что-либо похожее на их максимальное натяжение. Когда полый сосуд с толстыми стенками, такой как ствол ружья или снаряд, разрывается давлением газа изнутри, внутренние слои материала растягиваются до предела, прежде чем они получают значительную поддержку от внешних слоев; таким образом, внутри образуется трещина, в которую попадает газ, и поверхность, на которую газ давит, таким образом увеличивается, трещина углубляется до полного разрушения. Чтобы получить максимальную прочность, обусловленную используемым материалом, каждая часть этого материала должна быть растянута одновременно до степени максимальной безопасной нагрузки. Впервые этот принцип был практически применен сэром У. Г. Армстронгом, который, изготовив казенную часть орудия с цилиндрами, уменьшенными в размерах, и расположив ее так, чтобы натяжение увеличивалось наружу, использовал почти всю прочность металла, используемого для сопротивления взрыву. Если бы ствол Румфорда был сконструирован по этому принципу, он получил бы гораздо более удовлетворительный результат.

За этими исследованиями последовала очень интересная серия экспериментов по теплопроводности жидкостей, и, хотя он продвинулся в своих выводах дальше, чем того требовали его эксперименты, он убедительно показал, что конвекционные потоки являются основным средством передачи тепла через вещество жидкостей, и описал, как при нагревании сосуда с водой обычно возникает восходящий поток в центре и нисходящий поток по всей периферии. Следовательно, только когда жидкость расширяется при повышении температуры, большая масса может быть легко нагрета снизу. Вода ниже 39 ° по Фаренгейту. при нагревании сжимается. Рамфорд в своей статье подробно останавливается на влиянии этого факта на экономику вселенной, и следующие выдержки дают хороший образец его стиля и оправдывают некоторые утверждения, сделанные Кьюе в его хвалебной речи:

Я чувствую опасность, которой подвергает себя смертный, имеющий смелость взяться за объяснение замыслов Бесконечной Мудрости. Предприятие авантюрное, но оно, конечно, не может быть неприличным.

Удивительная простота средств, используемых Создателем мира для осуществления смены времен года, со всеми вытекающими из них неисчислимыми преимуществами для жителей земли, не может не произвести очень глубокого и продолжительного впечатления на каждое человеческое существо, чей разум не деградировал и не черств ко всякому простодушному и благородному чувству; но чем дальше мы будем продолжать наши исследования относительно устройства Вселенной и чем внимательнее мы исследуем эффекты, производимые различными модификациями активных сил, которые мы воспринимаем, тем больше мы будем расположены восхищаться, боготворить и любить это. великая Первопричина, породившая все сущее.

Хотя зима и лето, весна и осень и все разнообразие времен года создаются одновременно самым простым и самым грандиозным способом (за счет наклона оси земли к плоскости эклиптики), все же одного этого механического приспособления было бы недостаточно (как я попытаюсь показать), чтобы вызвать то постепенное изменение температуры в различных

климатических условиях, которое, как мы обнаруживаем, существует и которое, несомненно, совершенно необходимо для сохранения животной и растительной жизни

Но в очень холодных странах земля промерзла и покрыта снегом, а все озера и реки замерзают в самом начале зимы. Тогда холод впервые становится экстремальным, и, по-видимому, не остается источника тепла, достаточного для того, чтобы умерить его в сколько-нибудь ощутимой степени.

Давайте посмотрим, что должно было бы произойти, если бы все было предоставлено тому, что можно было бы назвать естественным ходом событий, — если бы конденсация воды, лишенной своего тепла, следовала закону, который, как мы находим, имеет место в других жидкостях и даже в самой воде в некоторых случаях, а именно, когда она смешивается с определенными телами.

Если бы Провидение не вмешалось в этот случай способом, который вполне можно считать *чудесным*, вся пресная вода в пределах полярного круга неизбежно замерзла бы на очень большую глубину за одну зиму, а все растения и деревья были бы уничтожены; и более чем вероятно, что область вечного мороза распространилась бы во все стороны от полюсов и, продвигаясь к экватору, распространила бы свое мрачное и уединенное правление на большую часть того, что сейчас является самым плодородным и наиболее населенным климатом мира!...

Давайте же с подобающей нам робостью и благоговением попытаемся увидеть, какие средства использовал всемогущий и великодушный Бог для защиты Своего прекрасного творения.

Затем он продолжает объяснять, как предотвращается замерзание больших водоемов на больших глубинах благодаря расширению, которое происходит при охлаждении ниже 39 ° по Фаренгейту, и дальнейшему расширению, которое происходит при замерзании, и упоминает, что в Женевском озере на глубине тысячи футов мсье Пикте обнаружил температуру 40 ° по Фаренгейту.

"Мы не можем в достаточной степени восхититься простотой устройства, с помощью которого экономится все это тепло. Это вполне заслуживает сравнения с тем, с помощью чего создаются времена года; и я должен думать, что каждый искренний исследователь, который начнет с того, что избавится от всех необоснованных предрассудков, согласится со мной в приписывании их обоим одному и тому же Автору

Но я должен позаботиться о том, чтобы не утомлять моего читателя, заходя слишком далеко в этих рассуждениях. Если я настаивал на них, если я останавливался на них с особым удовлетворением и самодовольством, то это потому, что я нахожу их необычайно интересными, а также потому, что я полагал, что они могут представлять ценность в наш век *утонченности* и *скептицизма*.

"Если у варварских народов *страх перед Богом* и выполнение религиозных обязанностей имеют тенденцию смягчать нравы дикарей и готовить разум ко всем тем сладостным наслаждениям, которые являются результатом мира, порядка, трудолюбия и дружеского общения, то *вера в существование Высшего Разума*, который правит вселенной с мудростью и добротой, не менее важна для счастья тех, кто, развивая свои умственные способности, **НАУЧИЛСЯ ПОНИМАТЬ, КАК МАЛО МОЖНО ЗНАТЬ**".

Румфорд, в связи со своими экспериментами по проводящей способности жидкостей, проверил влияние увеличения вязкости воды путем добавления крахмала и замедления ее движения путем введения гагачьего пуха на скорость диффузии через нее тепла. Отсюда он объяснил неравенство температур, которое может быть в массе густого супа, — неравенство, которое однажды заставило его обжечься во рту, — и, применив те же принципы к воздуху, он сразу же применил свои выводы к практическому применению в вопросе теплой одежды.

После попытки определить, если возможно, вес определенного количества тепла — попытки, в ходе которой были приняты очень серьезные меры предосторожности для исключения причин, вызывающих беспокойство, в то время как используемые весы могли показывать одну миллионную часть веса взвешиваемого тела, - Румфорд, не обнаружив заметного влияния на весы, пришел к выводу, что "если вес золота не увеличивается и не уменьшается на одну миллионную часть при нагревании от температуры замерзания воды до ярко—красного цвета", я думаю, мы можем с уверенностью заключить, что что ВСЕ ПОПЫТКИ ОБНАРУЖИТЬ КАКОЕ-ЛИБО ВЛИЯНИЕ ТЕПЛА НА КАЖУЩИЙСЯ ВЕС ТЕЛ БУДУТ БЕСПЛОДНЫ". Теоретические исследования Принципала Хикса, основанные на вихревой теории вещества и динамической теории тепла, недавно привели его к выводу, что действие силы тяжести может в некоторой степени зависеть от температуры.

Серия очень ценных экспериментов по излучающей способности различных поверхностей показала, как эта мощность меняется в зависимости от характера поверхности, и влияние покрытия ламповой сажей на увеличение излучающей способности тела. Чтобы определить влияние излучения на охлаждение тел, Румфорд использовал термоскоп, упомянутый Кювье. Следующий отрывок заслуживает внимания, поскольку истина, которую он излагает в последних тринадцати словах, по—видимому, была осознана очень несовершенно много лет спустя после того, как он был написан:-

"Все тепло, которое теряет горячее тело, когда оно подвергается охлаждению на воздухе, отдается не воздуху, который соприкасается с ним, а ... большая часть его выделяется в виде лучей, которые не нагревают прозрачный воздух, через который они проходят, но, подобно свету, выделяют тепло только тогда и там, где они останавливаются и поглощаются".

Затем Румфорд исследовал поглощение тепла различными поверхностями и установил закон, согласно которому хорошие радиаторы являются хорошими поглотителями; и рекомендовал, чтобы сосуды, в которых нагревается вода, были зачернены снаружи. Рассуждая об использовании красящего вещества в коже негра, он демонстрирует свою любовь к экспериментам:

"Все, что я осмелюсь сказать по этому поводу, это то, что, если бы мне пришлось жить в очень жаркой стране, ничто не помешало бы мне провести эксперимент по затемнению своей кожи или, по крайней мере, надеть черную рубашку в тени, особенно ночью, чтобы выяснить, смогу ли я с помощью этих средств чувствовать себя более комфортно".

В своих экспериментах по теплопроводности Румфорд использовал цилиндр, один конец которого был погружен в кипящую воду, а другой - в тающий лед, и определял температуру в разных точках по длине цилиндра. Он обнаружил трудность, на которую недавно убедительно указал сэр У.М. Томсон в статье "Тепло" в "Британской энциклопедии", а именно. что циркуляция

воды была недостаточно быстрой для поддержания температуры слоя, находящегося в контакте с металлом, такой же, как у остальной воды; и он также обратил внимание на произвольный характер шкал термометров и рекомендовал уделять больше внимания шкале воздушного термометра. Именно во время своего визита в Эдинбург в 1800 году граф в компании с некоторыми университетскими профессорами провел в университетской лаборатории несколько экспериментов по изучению видимого излучения холода. Взгляды Румфорда на *охлаждающие лучи* не были общепринятыми, и теория обменов Прево полностью объясняет кажущееся излучение холода, не предполагая, что холод - это что-то иное, чем простое отсутствие тепла.

Мы должны пропустить статьи Румфорда об использовании пара в качестве теплоносителя, о новых котлах и печах с целью экономии топлива, а также все статьи, касающиеся питательной ценности различных пищевых продуктов. Уже упоминался калориметр, с помощью которого он определял количество тепла, выделяемого при сгорании, и скрытую теплоту испарения различных тел. Из четырех томов сочинений Румфорда, опубликованных Американской академией искусств и наук, третий полностью посвящен описаниям каминов и кухонной утвари.

Прежде чем принять решение о наилучшем способе освещения военного рабочего дома в Мюнхене, Румфорд провел серию экспериментов по сравнительной экономичности различных методов и с этой целью сконструировал свой хорошо известный теневой фотометр. В окончательной форме этого инструмента тени отбрасывались на пластину из матового стекла, покрытую бумагой, образуя заднюю стенку небольшой коробки, из которой был исключен весь посторонний свет. Перед этим экраном были помещены два стержня, и сравниваемые источники света были расположены так, чтобы тень от одного стержня, отбрасываемая первым источником света, могла как раз соприкоснуться с тенью от другого стержня, отбрасываемого вторым источником света. Установив цветные стекла перед лампами, Румфорд сравнил освещающую способность различных источников по отношению к свету определенного цвета. Дополнительные оттенки, проявляемые тенями, побудили его разработать свою теорию гармонии дополнительных цветов. Один результат заслуживает упоминания: это вывод, к которому с тех пор было привлечено внимание общественности в связи с "дуплексными" горелками. Румфорд обнаружил, что при использовании восковых свечей количество света, излучаемого на одну грану израсходованного воска, уменьшалось с уменьшением расхода, так что маленькая свеча давала всего на одну шестнадцатую больше света, чем обычная свеча при том же расходе воска. Он говорит:—

Этот результат может быть легко объяснен, если мы примем гипотезу, которая предполагает, что свет аналогичен звуку.... Частицы ... были так быстро охлаждены ... что они едва успели засиять на мгновение, как стали слишком холодными, чтобы их можно было увидеть".

Лампа argand по сравнению с лампой с плоским фитилем давала больше света в соотношении 100 к 85 при том же расходе масла.

Одно из последних исследований Румфорда касалось влияния ширины колес на тягу экипажа. К своему собственному вагону, весившему вместе с пассажирами почти тонну, он приладил пружинный динамометр с помощью набора шкивов, прикрепленных к нижней тележке и распорной планке. Он использовал три комплекта колес шириной соответственно 1-3 / 4, 2-1 / 4 и 4 дюйма, и, установив в карету утяжелители, чтобы компенсировать разницу в весе колес, он обнаружил весьма ощутимое уменьшение требуемого тягового усилия по мере увеличения

ширины колес, и в истинно научном духе, презирая насмешки, которым его подвергали, он продолжал разъезжать по Парижу в карете с четырехдюймовыми шинами.

Но работа, благодаря которой Румфорд будет лучше всего известен будущим поколениям, описана в его статье, озаглавленной "Исследование источника тепла, возбуждаемого трением". Именно во время наблюдения за расточкой орудий в мюнхенском арсенале Румфорд был поражен огромным количеством тепла, выделяемого при трении расточного бруска о металл. Чтобы определить, исходило ли тепло от самих металлических стружек, он взял количество отшлифованных отверстий и равный вес стружки, вырезанной из металла тонкой пилой, и, нагрев их до температуры кипящей воды, погрузил в равные количества воды при температуре $59-1/2^{\circ}$ по Фаренгейту. Изменение температуры воды было одинаковым в обоих случаях, и Румфорд обнаружил, что не произошло никаких изменений, которые он смог обнаружить *в отношении ее способности к выделению тепла*, производимого в металле под действием сверла.

Чтобы предотвратить образование сот в отливках из-за выходящего газа, пушка отливалась в вертикальном положении с казенной частью на дне формы и коротким цилиндром, выступающим примерно на два фута за дуло пушки, так что любые дефекты отливки проявлялись в этом выступающем цилиндре. Именно на одном из этих кусков отработанного металла, все еще прикрепленном к пистолету, Румфорд проводил свои эксперименты. Повернув цилиндр, он срезал металл перед дульным срезом до тех пор, пока выступающая деталь не соединилась с пистолетом узкой цилиндрической шейкой диаметром $2 \cdot 2$ дюйма и длиной 3·8 дюймов. Внешний диаметр цилиндра составлял 7·75 дюймов, а его длина - 9·8 дюймов, и он был просверлен на глубину 7·2 дюйма при диаметре отверстия 3·7 дюймов. Пушка была установлена на расточном станке, и тупое сверло прижималось винтом к нижней части канала ствола с силой, равной весу в 10 000 фунтов. В цилиндре у его основания было проделано небольшое поперечное отверстие для установки термометра. Цилиндр весил 113·13 фунтов и вместе с пистолетом вращался со скоростью тридцать два оборота в минуту от лошадиной силы. Чтобы предотвратить потерю тепла, цилиндр был покрыт фланелью. После тридцатиминутной работы термометр, вставленный в цилиндр, показал температуру 130° по Фаренгейту. Потери тепла во время эксперимента оценивались на основе наблюдений за скоростью охлаждения цилиндра. Вес истертого металла составлял 837 гран, а выделяемого тепла было достаточно, чтобы довести почти пять фунтов ледяной воды до точки кипения.

Чтобы исключить воздействие воздуха, цилиндр был закрыт герметичным поршнем, но в результате никаких изменений произведено не было. Поскольку воздух имел доступ к металлу в тех местах, где он соприкасался с поршнем, и Румфорд подумал, что это могло повлиять на результат, была сконструирована коробка для пиломатериалов с прорезями на каждом конце, закрытыми раздвижными заслонками, и расположенными таким образом, что в нее можно было поместить расточную планку, проходящую через одну щель, и узкую горловину, соединяющую цилиндр с пистолетом, через другую щель, при этом раздвижные заслонки с помощью хомутов из промасленной кожи служили для придания водонепроницаемости коробке. Затем коробку наполнили водой и закрыли крышкой. После часового переворачивания температуру повысили с 60° до 107° по Фаренгейту, через полтора часа она составила 142° по Фаренгейту, через два часа температура составила 178° по Фаренгейту, через два часа двадцать минут - 200° по Фаренгейту, а через два часа тридцать минут она **ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЗАКИПЕЛА!**

"Было бы трудно описать удивление, выраженное на лицах прохожих при виде такого большого количества холодной воды, нагретой и фактически доведенной до кипения без какого-либо огня.

"Хотя на самом деле в этом событии не было ничего удивительного, все же я честно признаю, что оно доставило мне некоторую степень детского удовольствия, которое, если бы я стремился к репутации *серьезного философа*, мне, безусловно, следовало бы скорее скрыть, чем обнаружить".

Румфорд оценил "общее количество ледяной воды, которое с учетом тепла, фактически выделяемого трением и накопленного за два часа тридцать минут, можно было нагреть на 180 градусов или довести до кипения", в 26 · 58 фунтов, а скорость производства, по его мнению, превышала скорость производства девяти восковых свечей, каждая из которых потребляла девятью восемь крупинок воска в час, в то время как работу по вращению токарного станка легко могла бы выполнить одна лошадь. Насколько нам известно, это была первая грубая попытка, когда-либо предпринятая, определить механический эквивалент тепла.

В своих размышлениях об этих экспериментах Румфорд пишет:—

Вряд ли нужно добавлять, что все, что любое *изолированное* тело или система тел может продолжать производить *без ограничений* не может быть *материальной субстанцией*; и мне кажется чрезвычайно трудным, если не совсем невозможным, сформировать какое-либо четкое представление о чем-либо, что может возбуждаться и передаваться таким же образом, как возбуждалось и передавалось тепло в этих экспериментах, за исключением ДВИЖЕНИЯ.

Было заявлено, что, если бы Румфорд растворил в кислоте сверла и распиленные полосы металла, теплостойкость которых он определил, и показал, что тепло, выделяемое в растворе, было одинаковым в обоих случаях, его аргументация была бы абсолютно полной. Учитывая количество тепла, выделяемого в ходе экспериментов, найдется немного умов, чья убежденность укрепились бы в результате этого эксперимента, и только те, кто ищет безупречную логику, откажут Румфорду в том, что он установил динамическую природу тепла.

Впоследствии Дэви показал, что два куска льда можно растопить, если потереть друг о друга в вакууме, но, похоже, он извлек из эксперимента не так много, как мог бы. Майер рассчитал механический эквивалент тепла по теплу, выделяемому при сжатии воздуха, но он *предположил*, что впоследствии было показано Джоулем как почти верное, что вся работа, проделанная при сжатии, была преобразована в тепло. Однако именно Джоуль первым показал, что теплота и механическая энергия взаимно преобразуемы, так что каждое из них может быть выражено в терминах другого, *данного* количества тепла, всегда соответствующего *одному и тому же количеству* механической энергии, какими бы ни были промежуточные стадии, через которые она проходит, и что поэтому мы можем определить механический эквивалент тепла как *количество единиц энергии, которое при полном преобразовании в тепло поднимет единицу массы воды на один градус от точки замерзания*.



ТОМАС ЯНГ.

"Здесь мы встречаемся с человеком, совершенно выходящим за рамки общепринятых стандартов, с человеком, в котором природная одаренность и усердное воспитание соперничали друг с другом в становлении настоящего философа; и мы без колебаний заявляем о нашем убеждении, что со времен Ньютона Томас Янг не имеет себе равных в анналах британской науки". Таков был вердикт директора Forbes в отношении человека, которого можно считать не только одним из основателей волновой теории света, но и тем, кто одним из первых применил теорию упругости к прочности конструкций, в то время как именно ему мы в первую очередь обязаны всем, что нам известно о египетских иероглифах, и обширным областям антикварных исследований, которые открыла интерпретация этих символов.

Томас Янг был сыном Томаса и Сары Янг и старшим из десяти детей. Его мать была племянницей известного врача, доктора Ричарда Броклсби, и оба его отца и мать были членами Общества друзей, принципам которого все их дети были очень тщательно обучены. Именно развитому таким образом независимому характеру доктор Янг во многом приписывал успех, которого он впоследствии достиг. Он родился в Милвертоне, графство Сомерсетшир, 13 июня 1773 года. Большую часть первых семи лет своей жизни он прожил со своим дедом по материнской линии, мистером Робертом Дэвисом, в Майнхеде, в Сомерсетшире. Согласно его собственному рассказу, он мог довольно бегло читать в возрасте двухлет, и, по указанию своей тети и сельской школьной учительницы, он "дважды прочитал Библию, а также Гимны Уоттса", прежде чем ему исполнилось четыре года. Можно с полным основанием предположить, что и школьная учительница, и тетя должны были получить строгий выговор, и совершенно очевидно, что их пример не заслуживает похвалы; но инфантильное телосложение Янга, по-видимому, было устойчиво к чрезмерному давлению, и еще до того, как ему исполнилось пять лет, он мог процитировать всю "Заброшенную деревню" Голдсмита почти без ошибок. Он начал изучать латынь еще до того, как ему исполнилось шесть лет, под руководством неконформистского священника, который также научил его писать. Когда ему не исполнилось и семи лет, его отправили в школу-интернат, где он оставался полтора года; но, похоже, он научился большему самостоятельно, чем под руководством своего учителя, поскольку в частном порядке он "освоил последние правила "Помощника наставника Уокингхэма"", прежде чем добрался до середины книги под наблюдением учителя. После окончания этой школы он шесть месяцев жил дома, но часто навещал соседа, который был землемером, и в доме которого развлекался философскими инструментами и научными книгами, особенно "Словарем искусств и наук". Когда ему было около девяти, он пошел в школу мистера Томпсона в Комптоне,

в Дорсетшире, где пробыл почти четыре года и прочитал нескольких греческих и латинских авторов, а также "Элементы естественной философии" - последнюю он прочитал в книгах, одолженных ему мистером Джеффри, помощником учителя. Этот мистер Джеффри, по-видимому, был в некотором роде гением механики, и он давал молодым уроки токарного дела, рисования, переплетного дела, а также шлифовки и приготовления красок. Перед окончанием этой школы, в возрасте тринадцати лет, Янг прочитал шесть глав еврейской Библии.

Во время школьных каникул изготовление микроскопа заняло значительное время, а чтение "Пристли в эфире" привлекло внимание Янга к предмету химии. Немного выучив французский, он преуспел, с помощью школьного товарища, в получении элементарных знаний итальянского. После окончания школы он некоторое время жил дома и посвятил свою энергию в основном ивриту, токарным станкам и изготовлению телескопов; но восточным языкам уделялось определенное внимание, и к тому времени, когда ему исполнилось четырнадцать, он прочитал большую часть "Персидской грамматики" сэра Уильяма Джонса. Затем он отправился в Янгсбери, в Хартфордшире, и жил в доме мистера Дэвида Барклая, частично в качестве компаньона, а частично в качестве преподавателя классической музыки внуку мистера Барклая, Хадсону Гурни. Это было началом дружбы, которая длилась всю жизнь. Гурни был примерно на полтора года младше Янга, и в течение пяти лет мальчики учились вместе, читая классические произведения, которые Янг ранее изучал в школе. К концу этих пяти лет Янг более или менее познакомился с четырнадцатью языками, но его учеба была на некоторое время отложена из-за серьезной болезни, когда ему было немногим больше шестнадцати. На эту болезнь ссылался его дядя, доктор Броклсби, в письме, следующий отрывок из которого интересен по нескольким причинам:

Помните, что наименьшая ошибка (поскольку кто может быть застрахован от ошибки?) это показалось бы вам, кто, кажется, во всем ставит себя выше обычного человечества, более чудовищным или предосудительным, чем это могло бы быть в целом по человечеству. Ваше ханжество по поводу воздержания от употребления сахара из-за торговли неграми у любого другого человека было бы совершенно нелепым, но до тех пор, пока весь ваш разум свободен от духовной гордыни или чрезмерной самонадеянности в отношении вашей способности овладеть языком, которая является не более чем отбросом знаний, вы можете потакать таким прихотям, пока ваш разум не просветлится большим количеством разума. Мой покойный замечательный друг, мистер Дэй, автор книги "Сэндфорд и Мертон", из всех сил ненавидел низменную торговлю в жизни негров, и даже мистер Грэнвилл Шарп, один из первых писателей на эту тему, не оказал и в половину такой услуги в бизнесе, как мистер Дэй в вышеупомянутом произведении. И все же мистер Дэй ежедневно съедал столько же сахара, сколько и я; ибо он резонно заключил, что такая великая система, как сахарное производство в Вест-Индии, где задействовано шестьдесят миллионов британской собственности, никоим образом не может пострадать от того, что один или сто человек в стране откажутся от разумного его использования. Реформация должна зародиться где-то еще, если когда-либо существует общая масса общественных добродетелей, достаточных, чтобы противостоять таким частным интересам. Читайте Локка внимательно, ибо он открывает пути к познанию, хотя сам дает слишком мало.

Что касается сахара, то, без сомнения, очень многое можно сказать о позиции Янга в этом вопросе. Однако, по-видимому, в его ранней зрелости в поведении было много такого, что

сегодня было бы расценено как *педантичность*, хотя оно несколько больше соответствовало духу его времени.

Он покинул Янгсбери в возрасте девятнадцати лет, прочитав, помимо своих классических авторов, полностью "Принципы" и "Оптику" Ньютона, а также химические системы Лавуазье и Николсона, помимо работ по ботанике, медицине, минералогии и другим научным дисциплинам. Одной из особенностей Янга была необычайная аккуратность его почерка, и перевод греческим ямб "Прощания Вулси с Кромвелем", который он отправил, очень аккуратно написанный на пергаменте, своему дяде, доктору Броклсби, привлек внимание мистера Берка, доктора Чарльза Берни и других ученых-классиков, так что, когда несколько месяцев спустя Янг поехал погостить к своему дяде в Лондон и познакомился с некоторыми из ведущих литераторов того времени, он обнаружил, что слава ученого опередила его. Аккуратность его почерка и умение рисовать очень пригодились в его исследованиях египетских иероглифов. Он мало верил в природную гениальность, но верил, что при упорном применении можно достичь всего.

- Ты говоришь, что не только мастерство приобретается,
Но и гениальность тоже можно обрести,
усердно подражая.

Осенью 1792 года Янг отправился в Лондон с целью изучения медицины. Он жил в Вестминстере и посещал Хантерианскую школу анатомии. Год спустя он поступил в больницу Святого Варфоломея в качестве студента-медика. Записи, которые он делал во время лекций, иногда были написаны на латыни, перемежались греческими цитатами и нередко математическими расчетами, которые, как можно предположить, были сделаны до начала лекции. В школьные годы он уделял некоторое внимание геометрической оптике и сконструировал микроскоп и телескоп. Теперь его внимание привлек гораздо более тонкий инструмент — сам глаз. Янг узнал, как можно "сфокусировать" телескоп, чтобы получать четкие изображения более или менее удаленных объектов. Какой-то такой способностью приспособления должен обладать глаз, иначе он никогда не смог бы формировать отчетливые изображения объектов, будь то на расстоянии фута или мили. Явно волокнистая структура хрусталика глаза была замечена и описана Левенгуком; а Пембертон, за столетие до того, как Янг занялся этим вопросом, предположил, что волокна представляют собой мышцы, благодаря действию которых глаз "приспособлен" к зрению вблизи или вдаль. Препарируя глаз быка, Янг думал, что обнаружил доказательства, подтверждающие эту точку зрения, и статья, которую он написал по этому вопросу, была не только опубликована в "Philosophical Transactions", но и обеспечила его избрание членом Королевского общества в июне 1794 года. Эта статья была важна не только потому, что она привела к избранию Янга в Королевское общество, но главным образом потому, что это была его первая опубликованная работа по оптическим предметам. Позже путем точных измерений он неопровержимо показал, что именно хрусталик меняет свою форму при регулировке; но он ошибался, полагая, что волокна хрусталика являются мышечными. Тщательно измерив расстояние между изображениями двух свечей, образованных отражением от роговицы, он показал, что форма роговицы не изменилась. Его глаза были очень выпуклыми; повернув их так, чтобы смотреть очень косо, он измерил длину глаза сзади вперед с помощью циркуля, кончики которого были защищены, прижав одну точку к роговице, а другую - между задней стенкой глаза и орбитой, и показал, что при фокусировке

глаза на разных расстояниях длина оси не изменилась. Хрусталик был единственным оставшимся ресурсом, с помощью которого могла осуществляться аккомодация. Аккомодация, по сути, осуществляется за счет действия цилиарной мышцы. Естественная форма хрусталика более выпуклая, чем это соответствует четкому зрению, за исключением очень близких объектов. Натяжение подвесной связки, которая прикреплена к передней части хрусталика по всему его краю, делает переднюю поверхность хрусталика гораздо менее изогнутой, чем это было бы естественно. Цилиарная мышца представляет собой кольцо мышечных волокон, прикрепленных к цилиарному отростку близко к окружности подвесной связки. Сокращаясь, он образует кольцо меньшего размера и, уменьшая внешний диаметр, ослабляет натяжение подвешивающей связки, таким образом позволяя хрусталику выпячиваться и адаптироваться к расходящимся лучам, исходящим от близких объектов. Именно усилие по сокращению цилиарной мышцы составляет то усилие, которое мы осознаем, когда смотрим на очень близкие объекты. Однако это сложное действие было полностью раскрыто лишь спустя много времени после доктора Янга, хотя изменение формы передней поверхности хрусталика было обнаружено по изменению изображения яркого объекта, образованного отражением.

Весной 1794 года Янг вместе с Хадсоном Гурни отправился на каникулы в Корнуолл, посетив по пути герцога Ричмондского, который по совету доктора Броклсби пил воды в Бате. В Корнуолле горное оборудование привлекло его внимание гораздо больше, чем природные красоты страны. Ближе к концу лета он посетил герцога Ричмондского в Гудвуде, когда герцог предложил ему должность личного секретаря. Однако он решил продолжить свой медицинский курс, одной из причин которого, как он утверждал, было его уважение к Обществу друзей, принципы которого он считал несовместимыми с назначением личным секретарем генерального начальника артиллерии.

Следующую зиму он провел в качестве студента-медика в Эдинбурге. Здесь он отказался от костюма Общества друзей и во многом отошел от их правил поведения. Он свободно общался с университетом, посещал театр, брал уроки танцев и игры на флейте и в целом придерживался привычек того, что технически называется "обществом". На протяжении всей этой перемены в своей жизни он сохранял свои высокие моральные принципы в качестве руководства к поведению и, по-видимому, действовал исходя из твердого убеждения в том, что был прав. В то же время следует признать, что разрушение барьеров, какими бы обычными они ни были, в большинстве случаев сопряжено с немалой опасностью. Что касается Янга, то прогресс его научного образования, возможно, был отложен из-за новых требований к его времени; но помимо изучения немецкого, испанского и итальянского языков, он, по-видимому, прочитал значительное количество общей литературы во время своей зимней сессии в Эдинбурге. Следующим летом он предпринял конную поездку по Высокогорью, взяв с собой флейту, материалы для рисования, спирты для консервирования насекомых, доски для сушки растений, бумагу и бечевку для упаковки минералов и термометр; но геологический молоток тогда, по-видимому, не считался необходимым снаряжением философа. В Абердине он пробыл три дня и так доложил об университете:

Некоторые профессора способны прославить университет, особенно Коупленд и Огилви; но разделение и близость двух университетов (Королевского колледжа и Маришал-колледжа) не благоприятствуют продвижению обучения; кроме того, все лекции или в основном читаются в одно и то же время, и один и тот же профессор продолжает вести занятия в течение четырех лет в разных филиалах. Если бы колледжи были объединены и

внутренние правила системы были смоделированы по-новому, дешевизна места, количество небольших стипендий для бедных или отличившихся студентов и заслуги преподавателей могли бы сделать этот университет очень респектабельной семинарией в некоторых областях науки. Гонорар профессору за пятимесячную сессию составляет всего полторы гиней. Я был восхищен осмотром богатого запаса математического и философского аппарата, принадлежащего профессору Коупленду из Маришал-колледжа, изготовленного в его собственном доме и частично его собственными руками, отделанного не менее тщательно, чем элегантно; и стремящегося иллюстрировать каждую область физики в ходе своих лекций, которые должны быть в равной степени занимательными и поучительными.

Прежде чем покинуть Хайлендз, Янг посетил замок Гордон, где пробыл два дня; и, по-видимому, отличился выносливостью, которую продемонстрировал в танцах на барабанах. Уезжая, он пишет: "Я мог бы почти пожелать случайно сломать или вывихнуть конечность, чтобы меня задержали против моей воли; я не помню, чтобы я когда-либо проводил время более приятно или с компанией, которая, по моему мнению, более соответствовала моим собственным наклонностям: и что вряд ли поверили бы многие серьезные рассуждатели о жизни и нравах, что человек, который провел все свои ранние годы отшельником от веселого мира и совершенно посторонним всему, что происходило в высших слоях общества, должен чувствовать себя более дома и более дружелюбно". Вольготнее в самом великолепном дворце страны, чем в самом скромном жилище с теми, чье происхождение было больше всего похоже на его собственное. Не вдаваясь в подробности здравого смысла и искренности герцога, духа герцогини и умения вести беседу, живости и приветливости леди Мэдлин, красоты и мягкости Луизы, *наивности* Джорджианы и быстроты исполнения ролей, добродушия юной Сэнди, я могу сказать, что мне было искренне жаль расставаться с каждой из них".

В то время Янг, похоже, не знал, что существенной чертой истинных джентльменов является снятие всякого чувства стеснения или неловкости с тех, с кем они вступают в контакт, и что в этом их легко отличить от тех, у кого есть богатство без воспитания. Герцогиня Гордон представила Янга герцогу Аргайллу, поэтому, путешествуя по Западному нагорью, он нанес визит в замок Инверэри и "проскакал галопом" по стране с дочерьми герцога. Говоря об этих дамах, он говорит: "Леди Шарлотта ... для леди Августы то же, что Венера для Минервы; полагаю, большего она и не желает. Обе богини".

По возвращении на Запад Англии он посетил металлургический завод в Коулбрук-Дейл, где мистер Рейнольдс рассказал ему, "что перед войной он договорился с одним человеком изготовить флейту длиной сто пятьдесят футов и диаметром два с половиной, которую можно было бы выдуть с помощью паровой машины и играть на ней с помощью бочек".

7 октября следующего года Янг покинул Лондон и, проведя шесть дней в пути из Ярмута в Гамбург, 27 числа того же месяца прибыл в Геттинген; через два дня после этого он поступил в университет, а 3 ноября приступил к учебе в качестве члена университета. Он продолжал брать уроки рисования, танцев, верховой езды и музыки, а также начал осваивать игру на клавикордах. Английские студенты в Геттингене, чтобы продвинуть свой разговор по-немецки, договорились платить штраф всякий раз, когда они разговаривали по-английски в компании друг друга. По воскресеньям профессора обычно устраивали развлечения для студентов, хотя редко приглашали их на обед или ужина. "Действительно, они не могли позволить себе за

гонорар в один-два луидора устраивать большие приемы; но отсутствие гостеприимства, которое в большей степени преобладает в Британии, компенсируется тем, в каком свете относятся к студентам; их уважают не меньше, а, возможно, и больше за то, что они студенты, и действительно, они ведут себя в целом как джентльмены, гораздо больше, чем в некоторых других немецких университетах".

В Геттингене Янг, помимо лекций по медицине, посещал лекции Спитлера по истории и устройству европейских государств, Гейне по истории древних искусств и курс Лихтенберга по физике. Говоря о лекциях Блюменбаха по естественной истории, Янг говорит: "Вчера он показал нам объемистый трактат с изящными вставками, опубликованный в начале этого столетия в Вюрцбурге, который является самым необычным образцом легковерия в вопросах естественной истории. Доктор Беринген обычно мучил юношей из большой школы, заставляя их ходить с ним собирать окаменелости; и юные негодяи в отместку потратили целую зиму на подделку образцов, которые они закопали в холме, который добрый человек намеревался исследовать, и навязали ему их для получения самого чудесного *естественного языка*. С метафизической точки зрения интересно наблюдать, как разум пытается приспособиться к самому себе; в одном случае, когда мальчики сделали фигуру растения толстой и неуклюжей, доктор отмечает разницу и говорит, что природа, кажется, вернула растению в толщине то, что она отняла у других его размеров".

30 апреля 1796 года Янг сдал экзамен на получение медицинской степени в Геттингене. Экзамен, по-видимому, был полностью устным. Он длился от четырех до пяти часов. Четверо экзаменаторов сидели за столом, "уставленным пирожными, сладостями и вином, которые помогали приятно скоротать время". Они "были не очень строги в требовании точных ответов". Темой, которую он выбрал для своего публичного обсуждения, был человеческий голос, и он сконструировал универсальный алфавит, состоящий из сорока семи букв, о которых, однако, известно очень мало. Это изучение звука заложило основу, по его собственному признанию, для его последующих исследований в области волновой теории света.

Осень 1796 года Янг провел в путешествиях по Германии; в феврале следующего года он вернулся в Англию и был принят в число студентов колледжа Эммануэля в Кембридже. Говорят, что Учитель, представляя Янга Наставникам и другим стипендиатам, сказал: "Я привел к вам ученика, способного читать лекции своим наставникам". Мнение Янга о Кембридже по сравнению с немецкими университетами было благоприятным для первого; но как он жаловался на недостаток гостеприимства в Геттингене, так и в Кембридже он жаловался на недостаток общения между старшими сотрудниками университета и лицами *в статусе учеников*. В то время в университете не существовало системы медицинского образования, и устав требовал, чтобы между поступлением студента-медика и получением им степени М.В. Похоже, что Янг привлекал сравнительно мало внимания как студент колледжа. Он не стремился общаться с другими студентами, и у него было мало возможностей для общения со старшими сотрудниками университета. Он все еще соблюдал правила в Кембридже, когда умер его дядя, доктор Броклсби. Янгу он оставил дом на Норфолк-стрит, Парк-Лейн, вместе с мебелью, книгами, картинами и гравюрами и около 10 000 фунтов стерлингов. Летом 1798 года небольшое происшествие в Кембридже вынудило Янга не выходить из своей комнаты, и, будучи таким образом насильственно лишенным своего обычного круга общения, он вернулся к своим любимым занятиям физикой. Наиболее важным результатом этого исследования стало установление принципа интерференции звука, который позволил объяснить феномен "ритмов"

в музыке и который впоследствии привел к открытию интерференции света — открытию, которое сэр Джон Гершель охарактеризовал как "ключ ко всем наиболее трудным и загадочным свойствам света, и которого одного было бы достаточно, чтобы возвести его автора в высший ранг научного бессмертия, даже если бы другие его почти бесчисленные претензии на такое различие были проигнорированы".

Принцип интерференции вкратце таков: когда две волны встречаются друг с другом, может случиться так, что их гребни совпадут; в этом случае будет сформирована волна, равная по высоте (амплитуде) сумме высот двух волн. В другой точке гребень одной волны может совпадать с впадиной другой, и, когда волны проходят, высота волны в этой точке будет равна разнице двух высот, и если волны равны, точка останется неподвижной. Если веревку подвесить к потолку в комнате с высоким потолком и подергать за нижний конец рукой, волна поднимется по веревке, отразится от потолка и обратится вспять, а затем опустится. Если затем будет послана еще одна волна, они встретятся, и можно будет наблюдать их прохождение. Затем будет видно, что, если волны в точности равны, точка, в которой они встречаются, будет оставаться в состоянии покоя в течение всего времени прохождения. Если по струне послать несколько последовательных волн, правильно рассчитав движения руки, струна будет казаться разделенной на несколько вибрирующих сегментов, разделенных неподвижными точками, или узлами. Эти узлы представляют собой просто точки, которые остаются в состоянии покоя из-за восходящей серии волн, пересекающих серию, которые были отражены вверх и движутся вниз. Таким образом, разделение вибрирующей струны на узлы дает простой пример принципа интерференции. Когда камертон вибрирует, существуют определенные гиперболические линии, вдоль которых возмущение, вызванное одним зубцом, точно нейтрализуется возмущением, вызванным другим зубцом. Если ударить по большому камертону, а затем поднести его к уху и медленно повернуть, то положение, в котором царит сравнительная тишина, будет легко уловимо. Если две ноты звучат бок о бок, одна из которых состоит из двухсот колебаний в секунду, а другая - из двухсот двух, то в любой удаленной точке ясно, что два набора волн будут приходить в одно и то же состояние, или "фазу", дважды в каждую секунду, и дважды они будут в противоположных условиях, и, если будут одинаковой интенсивности, точно уничтожат воздействие друг друга, создавая тишину. Следовательно, дважды в секунду будет тишина и дважды будет звук, волны которого имеют двойную амплитуду из-за любого источника, и, следовательно, звук будет в четыре раза интенсивнее любой ноты сам по себе. Таким образом, из-за интерференции будет два "удара" в секунду. Позже Янг применил этот принцип к очень многим оптическим явлениям, которым он дал полное объяснение.

Янг завершил свой последний срок пребывания в Кембридже в декабре 1799 года, а в начале 1800 года начал врачебную практику по адресу Уэлбек-стрит, 48. В следующем году он занял кафедру естественной философии в Королевском институте, который был основан незадолго до этого, и вскоре после этого, совместно с Дэви, профессором химии, взялся за редактирование журналов этого института. На это обстоятельство уже упоминалось в связи с графом Румфордом, основателем этого заведения. Он читал лекции в Королевском институте всего два года, после чего оставил кафедру в знак уважения к распространенному мнению, что врач должен полностью уделять свое внимание своей профессиональной практике, независимо от того, есть она у него или нет. Этот страх, что научная репутация помешает его успеху как врача, преследовал его в течение многих лет и иногда мешал ему заниматься научной работой, в то время как в других случаях это заставляло его анонимно публиковать полученные им

результаты. Эта анонимная публикация научных работ впоследствии доставила ему большие неприятности, поскольку он пытался обосновать свои претензии на собственные открытия. Многие статьи, которые он внес в дополнение к четвертому, пятому и шестому изданиям "Британской энциклопедии", были анонимными, хотя гонорар, который он получил за эту работу, был увеличен на 25 процентов, когда он позволил появиться своему имени. Практический уход Янга из научного мира в течение шестнадцати лет был большой потерей для прогресса натурфилософии, в то время как отсутствие той учтивости в обращении с пациентами, которая так необходима для успеха врача, помешало ему приобрести ценную частную практику. На самом деле, Янг был слишком философом в своем поведении, чтобы преуспеть как врач; он слишком глубоко задумывался, прежде чем высказать свое мнение о диагнозе, вместо того чтобы казаться знающим все о предмете до начала обследования, и эта привычка, которая необходима философу, не внушает доверия практикующему врачу. Его любовь к обществу не позволяла ему жить на средства, которые оставил ему дядя, дополненные тем, что могла принести его научная работа, и только после того, как его доход значительно увеличился благодаря назначению в Адмиралтействе, он был готов отказаться от возможного увеличения практики, которое могло бы возникнуть, если бы казалось, что он все свое внимание уделяет предмету медицины. Именно этот страх перед общественным мнением заставил его в 1812 году отклонить предложение о назначении секретарем Королевского общества, в котором в 1802 году он принял пост министра иностранных дел.

Уход Янга с кафедры натурфилософии, однако, не стал большой потерей для Королевского института; поскольку аудитория лекций там была по существу популярной, а Янга нельзя считать успешным популярным лектором. Его собственное раннее образование было в слишком большой степени основано на частном чтении, чтобы он мог ознакомиться с трудностями, с которыми сталкиваются новички лишь со средними способностями, а его лекции, хотя и были наиболее ценными для тех, кто уже обладал достаточными знаниями по предметам, были плохо приспособлены к требованиям ненаучной аудитории. Программа его курса лекций была опубликована Янгом в 1802 году, но только в 1807 году полный курс из шестидесяти лекций был опубликован в двух томах кварто. Они были переизданы в 1845 году в octavo со ссылками и примечаниями профессора Келланда. Среди предметов, рассматриваемых на этих лекциях, механика, включая прочность материалов, архитектура и столярное дело, часы, рисование и моделирование; гидростатика и гидравлика; звук и музыкальные инструменты; оптика, включая зрение и физическую природу света; астрономия; география; основные свойства материи; тепло; электричество и магнетизм; климат, ветры и метеорология в целом; растительность и животный мир, а также история предшествующих наук. За лекциями последовала наиболее полная библиография по всему предмету, включая работы на английском, французском, немецком, итальянском и латыни. Ниже приводится программа одной лекции, иллюстрирующая разнообразие рассматриваемых тем:—

"О рисовании, письме и измерении.

"Предметы, предшествующие изучению практической механики; инструментальной геометрии; статики; пассивной силы; трения; рисования; контура; ручки; карандаша; мелков; цветных карандашей; туши; акварели; телесных красок; миниатюр; темперы; фрески; масла; энкаустики; эмали; мозаики. Письмо; материалы для письма; ручки; чернила; использование цветных чернил для обозначения чисел; полиграф; телеграф; геометрические инструменты; линейки; циркули; гибкие линейки; квадраты; треугольные

циркули; параллельные линейки; весы Маркуа; пантограф; пропорциональные циркули; сектор. Измерение углов; теодолиты; квадранты; делительный механизм; верньер; нивелир; синусы углов; шкала Гюнтера; круг Николсона; дендрометр; арифметические машины; стандартные меры; цитата из Лапласа; новые меры; десятичные деления; длина маятника и земного меридиана; меры времени; возражения; сравнение мер; измерительные приборы; микрометрические шкалы; логарифмические линии."

Это обширная область, которую можно охватить в лекции продолжительностью в один час.

Когда Ньютон с помощью призмы

"Распутал все сияющие одежды дня",

он показал, что солнечный свет состоит из света, различающегося по оттенку от красного, оранжевого, желтого, зеленого и синего до фиолетового, и что путем рекомбинации всех этих видов света или определенных из них, выбранных неопределенным количеством способов, может быть получен белый свет. Впоследствии сэра У. М. Гершель показал, что среди солнечного излучения можно найти лучи, менее преломляемые, чем красный цвет; а Риттер и Волластон обнаружили другие лучи, более преломляемые, чем фиолетовый, но, подобно ультракрасным лучам, неспособные возбуждать зрение. Говоря об экспериментах Ньютона в своей тридцать седьмой лекции, Янг говорит:

Несомненно, что идеальные ощущения желтого и синего вызываются соответственно смесями красного и зеленого, а также зеленого и фиолетового света, и есть основания подозревать, что эти ощущения всегда складываются из отдельных объединенных ощущений; по крайней мере, это предположение упрощает теорию цветов. Следовательно, его можно использовать с пользой, пока не будет установлено, что он несовместим с каким-либо из явлений; и мы можем рассматривать белый свет как составленный только из смеси красного, зеленого и фиолетового ... в зависимости от количества или интенсивности производимых ощущений.

Следует отметить, что в приведенной выше цитате Янг говорит только о произведенных ощущениях. Объективно рассматриваемый солнечный свет состоит из бесконечного числа разноцветных огней, включающих почти все оттенки от одного конца спектра до другого, хотя белый свет может иметь гораздо более простое строение и, например, может состоять просто из смеси однородных красных, зеленых и фиолетовых огней или из однородных желтых и синих огней, подобранных должным образом. Но, рассматриваемый субъективно, Янг подразумевает, что глаз воспринимает три, и только три, различных цветовых ощущения, соответствующих чистому красному, зеленому и фиолетовому цветам; что когда эти три ощущения возбуждаются в определенной пропорции, комплексным ощущением является ощущение белого света; но если относительная интенсивность отдельных ощущений отличается от этих соотношений, восприятие является восприятием некоторого цвета. Чтобы продемонстрировать эффект смешивания света разных цветов, Янг нарисовал на картонных кругах сектора разного цвета, а затем заставил диски быстро вращаться вокруг их центров, при этом эффект был таким же, как если бы свет, излучаемый секторами, смешивался пропорционально ширине секторов. Это изобретение ранее использовалось Ньютоном, и оно будет снова упомянуто в связи с другими мемуарами. Результаты этих экспериментов были воплощены Янгом в цветовой диаграмме,

состоящей из равностороннего треугольника, в котором красный, зеленый и фиолетовый цвета, соответствующие простым ощущениям, были расположены под углами, в то время как цвета, полученные путем смешивания основных цветов в любых пропорциях, должны были находиться внутри треугольника или вдоль его сторон; правило состояло в том, что цвет, образованный смешением основных цветов в любых пропорциях, должен был находиться в центре тяжести трех тяжелых частиц, размещенных в угловых точках треугольника, причем их массы были пропорциональны соответствующему количеству света. Таким образом, цвета, полученные путем смешивания только красного и зеленого в различных пропорциях, были размещены вдоль одной стороны треугольника, причем эти цвета соответствовали различным оттенкам алого, оранжевого, желтого и желтовато-зеленого; другая сторона содержала смеси зеленого и фиолетового, представляющие различные оттенки голубовато-зеленого и синего; а третья сторона содержала смеси красного и фиолетового, составляющие малиновый и пурпурный цвета. Внутренняя часть треугольника содержала цвета, соответствующие смеси всех трех первичных ощущений, центр был нейтрально-серым, который представляет собой чистый белый цвет со слабым подсвечиванием. Если белый свет определенной интенсивности падает на белую бумагу, она кажется белой, но если более сильный свет падает на другую часть того же листа, то та, которая освещена менее сильно, по контрасту кажется серой. Тени, отбрасываемые на белую бумагу, могут обладать любой степенью интенсивности, соответствующей различным оттенкам нейтрального серого, вплоть до абсолютной черноты, что соответствует полному отсутствию света. Таким образом, хроматически черное и белое одинаковы, различаясь только количеством отражаемого ими света. Лист белой бумаги при лунном свете темнее черной ткани при ярком солнечном свете.

Следует помнить, что цветовая диаграмма Юнга соответствует примеси цветных источников света, а не красящих материалов или пигментов. Смесь синего и желтого света в надлежащих пропорциях может сделать его белым или розовым, но никогда - зеленым. Смесь синего и желтого пигментов дает зеленый цвет, потому что синий поглощает почти весь свет, кроме зеленого, синего и небольшого количества фиолетового, в то время как желтый поглощает весь, кроме оранжевого, желтого и зеленого. Зеленый свет - единственный общий для них обоих, и, следовательно, единственный свет, который не поглощается при смешивании пигментов. Следует также иметь в виду еще один момент, который уже был замечен. Янг прекрасно понимал, что физически существует бесконечное количество различных видов света, непрерывно различающихся по длине волны от ультракрасного до ультрафиолетового, хотя цвет вряд ли можно рассматривать как атрибут света, рассматриваемого объективно. Вопрос о цвете — это, по сути, вопрос восприятия - физиологический, а не физический вопрос, — и только в этом смысле Янг придерживался учения о трех основных цветах. В своей статье о производстве цветов, прочитанной перед Королевским обществом 1 июля 1802 года, он говорит о "пропорциях симпатических волокон сетчатки", соответствующих этим первичным цветовым ощущениям. Согласно этой доктрине, белый свет всегда будет возникать, когда три ощущения будут затронуты в определенных пропорциях, независимо от того, были ли возбуждающей причиной просто два вида однородного света, соответствующие двум чистым тонам в музыке, или бесконечное количество различных видов, как в солнечном свете; и конкретное желтое ощущение может быть возбуждено однородным желтым светом из одной части спектра или бесконечным количеством лучей разной длины волны, соответствующих различным оттенкам красного, оранжевого, желтого и зеленого. Субъективно цвета были бы одинаковыми; объективно производящий их свет сильно отличался бы.

Но величайшей заслугой Юнга перед наукой было его применение принципа интерференции, который он уже успешно использовал в теории звука, к явлениям света. Результаты этих исследований были представлены Королевскому обществу, и две статьи были выбраны в качестве бакеианских лекций в 1801 и 1803 годах соответственно. Неблагоприятная критика этих статей, появившихся в *Edinburgh Review* и, как утверждалось, написанных мистером (впоследствии лордом) Броэмом, по-видимому, стала причиной того, что английские ученые многие годы пренебрегали их содержанием; и именно Араго и Френелю мы обязаны тем, что привлекли к ним внимание общественности. Волновая теория света, которая утверждает, что свет состоит из волн, передаваемых через эфир, который пронизывает все пространство и всю материю, обязана своим возникновением Гуку и Гюйгенсу. Гюйгенс показал, что эта теория очень красиво объясняет законы отражения и преломления, если допустить, что свет распространяется тем медленнее, чем плотнее среда. Согласно знаменитому принципу Гюйгенса, каждая точка на фронте волны в любой момент становится центром возмущения, от которого распространяется вторичная волна. Все фронты этих вторичных волн лежат на поверхности, которая становится новой поверхностью первичной волны. Когда свет проникает в более плотную среду наклонно, вторичные волны, которые распространяются в более плотной среде, распространяются на меньшее расстояние, чем те, которые распространяются в более разреженной среде, и, таким образом, фронт первичной волны изгибается в точке, где он встречается с общей поверхностью. Таким образом, Гюйгенс объяснил не только законы обычного преломления, но и, предположив, что вторичные волны образуют сфероиды вместо сфер, он получил законы преломления необычного луча в исландском шпате. Однако ему не удалось объяснить, почему свет не должен расходиться в стороны вместо того, чтобы двигаться по прямым линиям. Ньютон поддерживал теорию о том, что свет состоит из частиц или корпускул, проецирующихся по прямым линиям от светящегося тела и иногда проходящих, иногда отражаемых при падении на прозрачную среду различной плотности. Чтобы объяснить, почему частица иногда передается, а иногда отражается, Ньютон прибегнул к гипотезе "приступов легкой передачи и легкого отражения", а для объяснения самих приступов он предположил существование эфира, вибрации которого воздействуют на частицы. Законы отражения были легко объяснены, поскольку они были такими же, как для совершенно упругого шара; законы преломления допускали очень простое объяснение, предполагая, что частицы более плотной среды оказывают большее притяжение на частицы света, чем частицы более разреженной среды, но это притяжение действует только на очень коротких расстояниях, так что, когда световая частица находится на ощутимом расстоянии от поверхности, она притягивается одинаково по всей окружности и движется так, как если бы на нее не действовала никакая сила. Как следствие этой гипотезы, следует, что скорость света должна быть тем больше, чем плотнее среда, в то время как волновая теория приводит к прямо противоположному результату. Когда Фуко непосредственно измерил скорость света как в воздухе, так и в воде и обнаружил, что в более плотной среде она меньше, результат оказался фатальным для корпускулярной теории.

Доктор Янг привлек внимание к другому важному критерию между двумя теориями. Когда кусочек зеркального стекла прижимают к слегка выпуклой линзе или часовому стеклу, отраженный свет образует серию цветных колец с черным пятном в центре. Ньютон объяснил это предположением, что свет, который отражался в любом кольце, легко проходил (от стекла к воздуху), когда достигал первой поверхности воздушной пленки, и легко отражался, когда достигал второй поверхности. Измеряя толщину воздушной пленки, соответствующей первому

кольцу любого определенного цвета, можно определить длину пути, соответствующую интервалу между двумя заходами для этого конкретного вида света. Когда между стаканами помещается вода вместо воздуха, согласно корпускулярной теории, кольца должны расширяться; но согласно волновой теории они должны сжиматься; поскольку длина волны соответствует расстоянию между последовательными приступами одного и того же вида по корпускулярной гипотезе. При проведении эксперимента было замечено, что кольца сжимаются. Этот результат, казалось, благоприятствовал волновой теории; но выдвинутое Ньютоном возражение о том, что лучи света не огибают препятствия, подобно звуковым волнам, все еще оставалось в силе. Это возражение Янга полностью опровергается его принципом вмешательства. Он показал, что когда свет проходит через отверстие в экране, какой бы формы ни было отверстие, при условии, что его ширина велика по сравнению с длиной световой волны (одна пятидесятитысячная дюйма), никакое ощутимое количество света не достигнет какой-либо точки, находящейся не прямо перед отверстием; ибо, если взять какую-либо точку справа или слева, помехи, достигающие этой точки из разных точек отверстия, нейтрализуют друг друга интерференцией, и, таким образом, свет не будет замечен. Когда ширина апертуры лишь немного кратна длине волны, тогда будут некоторые точки вне прямого луча, в которых возмущения от разных точек апертуры не будут полностью уничтожать друг друга, и другие, в которых они будут уничтожать друг друга; и эти точки будут разными для света с разной длиной волны. Таким образом, Янг не только объяснил прямолинейное распространение света, но и объяснил цветные полосы, образующиеся, когда свет расходится от точки через очень узкое отверстие. Аналогичным образом он объяснил гиперболические цветные полосы, наблюдаемые Гримальди в тени квадрата вблизи его углов. Используя полоску карточки шириной в одну тридцатую дюйма, Янг получил цветные полосы в тени, которые полностью исчезали, когда свет перекрывался с обеих сторон полоски карточки, показывая, что они были получены в результате интерференции двух частей света, прошедших, одна справа, другая слева, от полоски карточки. Профессору Стоксу удалось показать яркое пятно в центре тени круглого диска размером с соевый горох. Узкие цветные полосы, образующиеся у края тени любого объекта, которые, как предполагал Ньютон, возникают из-за "перегиба" света под действием притяжения объекта, как показал Янг, не зависят от материала или толщины края и полностью объясняются принципом интерференции. Кольца Ньютона были объяснены с такой же легкостью. Они возникли из-за интерференции света, отраженного от первой и второй поверхностей воздушной или водной пленки между стеклами. Черное пятно в центре отраженных колец возникло из-за разницы между отражением, происходящим от поверхности более плотной или более разреженной среды, причем половина волнистости теряется, когда отражение происходит в стекле на поверхности воздуха. Если поместить немного жира или воды между двумя кусками стекла, которые почти соприкасаются, но пространство между ними не заполнено водой или жиром, но содержит воздух в одних частях и воду или жир в других, в проходящем свете будет виден ряд колец, которые были названы "цветами смешанных пластинок". Янг показал, что эти цвета могут быть объяснены интерференцией между светом, прошедшим через воздух, и светом, прошедшим через воду, и объяснил тот факт, что для получения того же цвета расстояние между пластинами должно быть намного больше, чем в случае колец Ньютона.

Цветные полосы, возникающие в результате интерференции света, исходящего из определенной точки и проходящего по каждой стороне узкой полоски карты, уже упоминались. Полосы тем шире, чем уже полоска открытки. Из тонких волос получают очень широкие

полосы. Когда несколько волосков пересекают друг друга во всех направлениях, эти полосы образуют круглые цветные кольца. Если ширина волосков сильно варьируется, образующиеся кольца будут разного размера и накладываться друг на друга, четких рядов видно не будет; но когда волоски почти одинакового диаметра, будет виден ряд четко очерченных цветных кругов, напоминающих кольца Ньютона, и если измерить диаметр конкретного кольца, можно определить ширину волосков. Янг практически применил этот метод для измерения диаметра волокон шерсти различного качества с целью определения их коммерческой ценности. Используемый прибор он назвал *эриометром*. Он состоял из латунной пластины, в центре которой было проделано круглое отверстие диаметром около тридцатой части дюйма, а вокруг него - небольшой круг диаметром около трети дюйма с очень мелкими отверстиями. Пластинку помещали перед лампой, и образец шерсти удерживали на проволоках на таком расстоянии от латунной пластинки, чтобы первое зеленое кольцо, казалось, совпадало с кругом маленьких отверстий. Ушко помещалось за прядью шерсти, и расстояние, на которое шерсть должна была быть удалена перед латунной пластинкой, чтобы первое зеленое кольцо могло точно совпасть с маленьким кругом из тонких отверстий, было пропорционально ширине волокон. Тот же эффект достигается, если вместо пряди шерсти использовать мелкие частицы, такие как порошок ликоподия или кровяные тельца, рассыпанные по кусочку стекла, и Янг использовал инструмент для определения диаметра кровяных тельцов. Он определил постоянную своего прибора путем сравнения с некоторыми микрометрическими наблюдениями доктора Волластона. Цветные ореолы, которые иногда наблюдаются вокруг солнца Янга, указывают на существование маленьких капель воды почти одинакового диаметра, и он рассчитал необходимый диаметр для ореолов различной угловой величины.

Тот же принцип интерференции позволил объяснить цвета полосатых поверхностей, таких как перламутровые, которые меняются в зависимости от направления, в котором они видны. Рассматриваемый под одним углом свет определенного цвета, отраженный от разных гребней, будет в состоянии интерферировать, и этот цвет будет отсутствовать в отраженном свете. При другом наклоне свет, попадающий в глаз от всех выступов (под определенным углом), будет находиться в точно такой же фазе, и только тогда свет этого цвета будет отражаться в полной интенсивности. С помощью микрометрической шкалы, выгравированной на стекле фирмы Coventry и содержащей пятьсот линий с точностью до дюйма, Янг получил интерференционные спектры. Современные решетки с несколькими тысячами линий на дюйм обеспечивают максимально чистый спектр, который только можно получить, и позволяют измерять длину волны любого конкретного вида света с максимальной точностью.

Нелюбовь Юнга к математическому анализу помешала ему применить точные расчеты к наблюдаемым им явлениям интерференции, которые впоследствии позволили Френелю преодолеть предубеждение Французской академии и установить принцип на неопровержимой основе. Статьи Янга привлекли очень мало внимания, и Френель сам сделал многие из более ранних открытий Янга, но сразу же отдал Янгу должное за эту работу, когда был указан его приоритет. Явление поляризации, однако, все еще оставалось необъясненным. И Янг, и Френель рассматривали колебания света как аналогичные звуковым и происходящие в направлении распространения волны. Тот факт, что свет, прошедший через кристалл исландского шпата, по-разному воздействовал на второй кристалл в соответствии с направлением этого кристалла относительно первого, показал, что свет, который был таким образом передан, не был похож на обычный свет, симметричный по всем азимутам, но имел стороны или полюса. Такое отсутствие симметрии не могло быть объяснено гипотезой о том, что

колебания света происходили под прямым углом к волновому фронту, то есть в направлении распространения света. Поляризация света при отражении была открыта Малусом в 1809 году. В письме, написанном Араго в 1817 году, Янг намекнул на возможность существования составляющей вибрации под прямым углом к направлению распространения в свете, прошедшем через исландский шпат. В следующем году Френель независимо пришел к гипотезе поперечных колебаний, не как составляющей небольшого компонента поляризованного света, а как полностью представляющей способ вибрации всего света, и в руках Френеля эта гипотеза поперечных колебаний привела к теории поляризации и двойного преломления как в одноосных, так и в биаксиальных кристаллах, которая, хотя ее вряд ли можно считать завершенной с механической точки зрения, тем не менее, является одним из самых красивых и успешных приложений математики к физике, которые когда-либо были сделаны. Янгу, однако, принадлежит заслуга предположения, что сфероидальная форма волн в исландском шпате может быть объяснена предположением, что упругость различна в направлении оптической оси и под прямым углом к этому направлению; и он проиллюстрировал свою точку зрения ссылкой на определенные эксперименты Хладни, в которых было показано, что скорость звука в древесине пихты шотландской различна вдоль волокна и перпендикулярно к нему в соотношении 5 к 4. Янг также был первым, кто объяснил цвета, проявляемые тонкими пластинками кристаллов в поляризованном свете, открытые Араго в 1811 году, интерференцией обычных и необычных лучей, а Френель впоследствии завершил объяснение Янга в 1822 году.

Именно за его вклад в волновую теорию света Янга будут помнить с наибольшей честью. Гук в 1664 году назвал свет "быстрым, коротким, вибрирующим движением"; Huyghens's "Traité de la Lumière" was published in 1690. С этого времени волновая теория утратила свои позиции, пока ее не возродили Янг и Френель. Вскоре после этого он получил большую поддержку благодаря созданию Джоулем и другими механической теории теплоты. Одно замечание Юнга относительно эфира поднимает вопрос, который привлек большое внимание в последние годы. В письме, адресованном секретарю Королевского общества и прочитанном 16 января 1800 года, он говорит:—

То, что среда, по многим свойствам напоминающая ту, которая была названа эфиром, действительно существует, неопровержимо доказано явлениями электричества; и на аргументы против существования такого эфира во вселенной Эйлер дал вполне достаточный ответ. Быстрая передача электрического удара показывает, что электрическая среда обладает такой большой эластичностью, какую необходимо предположить для распространения света. Следует ли рассматривать электрический эфир как одно и то же со светящимся эфиром — если такой флюид существует — возможно, когда-нибудь в будущем будет обнаружено экспериментальным путем.

Помимо своего вклада в оптику, Янг добился заметных успехов в области упругости и поверхностного натяжения, или "капиллярности". Говорят, что Леонардо да Винчи был первым, кто заметил подъем жидкостей в тонких трубках за счет так называемого капиллярного притяжения. Это, однако, лишь одно из ряда явлений, которые в настоящее время очень широко признаны, и все они относятся к одному и тому же действию. Свисание капли с горлышка флакона; давление воздуха, необходимое для надувания мыльного пузыря; скольжение жирной иглы по поверхности воды; способ, которым некоторые насекомые отдыхают на воде, надавливая на поверхность, не смачивая лапок; возможность наполнять

стакан водой до тех пор, пока поверхность не выступит над краем стакана; почти сферическая форма дождевых капель и мелких капель ртути, даже когда они лежат на столе, — все это примеры эффекта поверхностного натяжения. Эти явления недавно были очень тщательно изучены Квинке и Плато, и они были объяснены в соответствии с принципом энергии Гаусса. Хоксби, однако, был первым, кто заметил, что подъем жидкости в тонкой трубке не зависит от толщины стенок трубки, и поэтому он сделал вывод, что, если явления были вызваны притяжением стекла к жидкости, то какой-либо эффект могли оказывать только поверхностные слои. Это было в 1709 году. Сегнер в 1751 году ввел понятие поверхностного натяжения; и, согласно его точке зрения, поверхность жидкости следует рассматривать как подобную тонкому слою растянутого каучука, за исключением того, что натяжение всегда одинаково на поверхности, ограничивающей одну и ту же среду. Эта идея поверхностного натяжения была подхвачена Янгом, который показал, что она дает объяснение всем известным явлениям "капиллярности" в сочетании с фактом, который он сам был первым, кто заметил, что угол контакта одной и той же поверхности жидкости с одним и тем же твердым телом постоянен. Этот угол он назвал "подходящим углом". Но Янг пошел дальше и попытался объяснить само существование поверхностного натяжения, предположив, что частицы жидкости оказывают друг на друга не только силу притяжения, которая постоянна, но и силу отталкивания, которая очень быстро возрастает, когда расстояние между ними становится очень маленьким. Его взгляды на этот предмет были воплощены в статье о сцеплении жидкостей, прочитанной перед Королевским обществом в 1804 году. Впоследствии он написал статью на ту же тему для приложения к "Британской энциклопедии".

Изменения, которым подвергаются твердые тела под действием внешней силы, и их тенденция восстанавливать свои естественные формы были изучены Гуком и Гравесандом.

Экспериментальный факт, что при небольших изменениях формы удлинение стержня или струны пропорционально натяжению, которому они подвергаются, известен как закон Гука. Сжатие и растяжение волокон изогнутого бруса были замечены Джеймсом Бернулли в 1630 году, Дюамелем и другими. Изгиб балок также изучался Кулоном и Робисоном, но Янг, по-видимому, был почти первым, кто применил теорию упругости к статике конструкций. В письме секретарю Адмиралтейства, написанном в 1811 году в ответ на приглашение сообщить об усовершенствованиях мистера Степпингса в военно-морской архитектуре, Янг утверждал, что он был единственным человеком, опубликовавшим "какие-либо попытки улучшить *теорию* плотницкого дела". Здесь можно упомянуть, что Янг принял приглашение Адмиралтейства и прислал весьма исчерпывающий отчет, который их светлости сочли "слишком ученым", чтобы представлять большую практическую ценность. Вклад Янга в эту тему в основном запомнился в связи с его "модулем упругости". Первоначально он определил это следующим образом:—

"Модуль упругости любого вещества - это столбик из того же вещества, способный создавать давление на свое основание, равное весу, вызывающему определенную степень сжатия, поскольку длина вещества равна уменьшению его длины".

В настоящее время не принято выражать модуль упругости Юнга в терминах длины рассматриваемого вещества. Как сейчас принято определять, модуль упругости Юнга - это сила, которая растянула бы стержень или бечевку вдвое по их естественной длине, если бы закон Гука был справедлив для такого большого растяжения.

Так много научных работ доктора Янга было упомянуто здесь потому, что именно в первые годы его профессиональной практики была выполнена его самая оригинальная научная работа. Как уже говорилось, после двухлетнего пребывания на кафедре натурфилософии в Королевском институте Янг уволился с нее, потому что его друзья придерживались мнения, что такое пребывание на ней препятствует его перспективам как врача. Летом 1802 года он сопровождал внучатых племянников герцога Ричмондского в Руан и воспользовался возможностью посетить Париж. В марте 1803 года он получил степень магистра в Кембридже, а 14 июня 1804 года женился на Элизе, второй дочери Дж. П. Максвелла, эсквайра, чья загородная резиденция находилась недалеко от Фарнборо. В течение шестнадцати лет после женитьбы Янг летом проживал в Уортинге, где у него была очень респектабельная практика, возвращаясь в Лондон в октябре или ноябре. В январе 1811 года он был избран одним из врачей больницы Святого Георгия, и это назначение он сохранил до конца своей жизни. В этом качестве его практика значительно опережала время, поскольку он рассматривал медицину скорее как науку, чем как эмпирическое искусство, а его тщательные методы индукции требовали большого внимания, которое студенты-медики, предпочитавшие более грубые методы, бывшие тогда в моде, уделяли не сразу. Аптекарь больницы заявил, что больше пациентов доктора Янга уходило выздоровевшими, чем тех, кто подвергался более модному лечению; но его частная практика, несмотря на принесенные им жертвы, так и не стала очень ценной.

В 1816 году Янг был назначен секретарем Комиссии по определению длины секундного маятника. Отчеты этой Комиссии были составлены им самим, хотя экспериментальную работу проводил капитан Катер. Результат работы был воплощен в Акте парламента, представленном сэром Джорджем Клерком в 1824 году, который предусматривал, что в случае потери стандартного ярда его следует "восстановить до прежней длины", приведя его к длине секундного маятника на уровне моря в Лондоне, в соотношении $36 \text{ к } 39 \cdot 1393$; но до того, как стандарты были уничтожены, в 1835 году, было обнаружено так много источников возможных ошибок в сокращении наблюдений за маятником, что Комиссия, назначенная для восстановления стандартов, рекомендовала построить стандартный ярд материала вместе с несколькими копиями, чтобы в случае повторного уничтожения стандарта его можно было восстановить путем сравнения с его копиями. В 1818 году Янг был назначен суперинтендантом "Морского альманаха" и секретарем Совета по долготе. Когда этот Совет был распущен в 1828 году, его функции перешли к Адмиралтейству, а Янг, Фарадей и полковник Сэбин были назначены Научным комитетом для консультирования Адмиралтейства по всем вопросам, в которых могла потребоваться их помощь. Доход от этих правительственных назначений сделал Янга более независимым от его практики, и он стал менее осторожен в анонимной публикации своих научных работ. В 1820 году он покинул Уортинг и оставил там свою практику. В следующем году в компании с миссис Молодым он совершил турне по Франции, Швейцарии и Италии, а в Париже присутствовал на собрании Института, где познакомился с Араго, который посетил его в Уортинге в 1816 году. В то же время он познакомился с Лапласом, Кювье, Гумбольдтом и другими. В 1824 году он посетил Спа и совершил поездку по Голландии. В том же году Янг был назначен инспектором расчетов и медицинским арбитром страховой компании "Палладиум". Это заставило его обратить свое внимание на тему страхования жизни и счетов о смертности. В 1825 году, будучи секретарем по иностранным делам Королевского общества, он с удовлетворением вручил Френелю медаль Румфорда в знак признания его исследований поляризованного света. Френель умер на сороковом году жизни, через несколько дней после получения медали.

Доктор Янг умер 10 мая 1829 года на пятьдесят шестом году жизни, поскольку его чрезмерные умственные нагрузки в молодости, по-видимому, привели к преждевременной старости. Он был похоронен в приходской церкви Фарнборо, а медальон сэра Фрэнсиса Чантри был установлен в память о нем в Вестминстерском аббатстве.

Но, хотя Янг был по сути ученым человеком, его достижения были практически универсальными, и любые мемуары о нем были бы очень неполными без какого-либо очерка его исследований египетских иероглифов. О его классическом образовании, обширных знаниях европейских и восточных языков, аккуратном почерке и рисунке уже упоминалось. К этим достижениям следует добавить его научный *метод* и силу тщательного и систематического наблюдения, и будет видно, что мало кто мог бы подойти к задаче расшифровки неизвестного языка с большими шансами на успех, чем доктор Янг.

Розеттский камень был найден французами во время раскопок в форте Сен-Пьер, недалеко от Розетты, в 1799 году и был привезен в Англию в 1802 году. На камне была выбита надпись тремя различными иероглифами — иероглифическим, энхориальным или демотическим и обычным греческим. Впервые внимание Янга к египетским иероглифам привлекла рукопись, которая была представлена ему в 1814 году. Затем он получил копии надписей на Розеттском камне и подвергнул их тщательному анализу. Последняя часть греческой надписи была сильно повреждена, но была восстановлена благодаря предположениям Порсона и Гейне и гласила следующее: "То, что здесь предписано, должно быть начертано на блоке из твердого камня священными, энхориальными и греческими буквами и помещено в каждом храме первого, второго и третьего богов".

Это указывало на то, что три надписи содержали один и тот же указ, но, к сожалению, начало первой и второй надписей было утеряно, так что не было совершенно определенных точек, с которых можно было бы начать. Слова "Александр" и "Александрия", однако, были написаны по-гречески, и эти слова, будучи настолько похожими, могли быть распознаны в каждой из других надписей. Слово "Птолемей" встречается в греческой надписи одиннадцать раз, и было слово, которое по своей длине и расположению, казалось, соответствовало ему, которое, однако, встречается четырнадцать раз в иероглифической надписи. Это слово, когда бы оно ни появлялось в иероглифах, было окружено кольцом, образующим то, что Шампольон называл *картушем*, который всегда использовался для обозначения имен королевских особ. Эти слова были идентифицированы бароном Сильвестром де Саси и шведским ученым Акербладом. Янг, по-видимому, исходил из идеи, в то время общепринятой, что иероглифические символы были чисто идеографическими, каждый знак представлял слово. Однако его знание китайского языка заставило его изменить эту точку зрения. В этом языке родные слова представлены отдельными символами, но, когда необходимо написать иностранное слово, используется группа словосимволов, каждый из которых затем принимает фонетический характер того же значения, что и начальная буква слова, которое он представляет. Фонетическое значение этих знаков в китайском языке обозначается линией сбоку или заключением их в квадрат. Янг предположил, что кольцо, окружающее царские имена в иероглифической надписи, имеет то же значение, что и фонетический знак в китайском языке, и из символов в имени Птолемея он начал составлять иероглифический алфавит. Однако он допустил ошибку, предположив, что некоторые символы могут быть слоговыми, а не буквенными. Верно, что в более древних надписях отдельные знаки иногда имеют слоговое значение, а иногда используются идеографически, в то время как в других случаях отдельный знак, представляющий целое

слово, используется в сочетании с буквенными знаками, вероятно, чтобы отличить это слово от других, написанных таким же образом, но в надписях столь поздней даты, как Розеттский камень, символы были чисто буквенными. Еще одним важным шагом, сделанным Янгом, стало открытие использования *омофонов*, или разных символов для обозначения одной и той же буквы. За работой Янга внимательно следили Шампольон, а затем Лепсиус, Бирш и другие. Большую часть своих исследований он так и не опубликовал, хотя тщательно изучил несколько похоронных свитков и других документов.

Было бы слишком много места давать адекватный отчет об исследованиях Юнга в этой области; некоторую часть своей работы он опубликовал в популярной форме в статье "Египет" в приложении к "Британской энциклопедии", в это дополнение он внес около семидесяти статей на самые разные темы. Возможно, не будет преувеличением сказать, что Янгу мы обязаны основой всего, что мы сейчас знаем об иероглифах и египетской истории, которая была почерпнута из них; и обелиск на набережной Темзы не должен вызывать в памяти память ни о ком более заметном, чем о Томасе Янге.



МАЙКЛ ФАРАДЕЙ.

Работа Майкла Фарадея открыла новую эру в истории физической науки. Не обремененный ранее существовавшими теориями и не стесненный математическими методами, он шел по собственному пути и, занимаясь высшими областями экспериментальных исследований, стремился объяснить свои результаты, ссылаясь только на самые элементарные механические принципы. Следовательно, те выводы, которые были получены математиками только с помощью передовых аналитических методов и которые были выражены ими только на языке интегрального исчисления, Фарадей сделал без каких-либо подобных искусственных вспомогательных средств мышления и выразил простым языком, имея в виду механизм, который, по его мнению, был средством достижения таких результатов. Долгое время математики относились к методам Фарадея не просто с подозрением, и, хотя они не могли не восхищаться его экспериментальным мастерством и были вынуждены признать точность его выводов, его образ мыслей слишком сильно отличался от того, с которым они привыкли соглашаться. В лице сэра Уильяма Томсона и клерка Максвелла Фарадей наконец нашел переводчиков между собой и математическим миром, и для математика, возможно,

величайшим памятником гения Фарадея является "Электричество и магнетизм" Клерка Максвелла.

Майкл Фарадей родился в Ньюингтоне, графство Суррей, 22 сентября 1791 года и был третьим из четырех детей. Его отец, Джеймс Фарадей, был сыном Роберта и Элизабет Фарадей из Клэпхэм-Вуд-Холла на северо-западе Йоркшира и получил образование кузнеца. Он был третьим из десяти детей и в 1786 году женился на Маргарет Хаствелл, дочери фермера. Вскоре после женитьбы он приехал в Лондон, где родился Майкл. В 1796 году Джеймс Фарадей со своей семьей переехал из Ньюингтона и снял комнаты над каретным сараем в Джейкобс-Уэлл-Мьюз на Чарльз-стрит, Манчестер-сквер. Глядя на это скромное жилище, невольно приходишь к мысли, что йоркширский кузнец и его маленькая семья были бы гораздо счастливее в захолустье неподалеку от его родных вересковых пустошей, чем при многолюдном лондонском дворе; но, останься он там, трудно понять, как гений юного Майкла мог бы получить необходимые условия для своего развития.

Джеймс Фарадей был далек от того, чтобы наслаждаться хорошим здоровьем, и его болезнь часто приводила к отсутствию на работе, и, как следствие, его семья часто оказывалась в очень стесненных обстоятельствах. Таким образом, раннее образование Майкла было не очень высокого уровня и состояло "лишь из зачатков чтения, письма и арифметики". Как и большинство мальчиков в аналогичном положении в Лондоне, он по большей части развлекался на улицах, но, за исключением того, что в свои игры в шарики мы можем предположить, что он играл с другими мальчиками, у нас нет доказательств, проводил ли он в основном время в одиночестве, или же он был одним из "набора" уличных товарищей.

В 1804 году, когда Майклу Фарадею было тринадцать лет, он пошел мальчиком на побегушках к мистеру Гео. Рибай, книготорговцу на Блэндфорд-стрит. Частью его обязанностей в этом качестве было разносить бумаги, взятые напрокат его хозяином, и в своей "Жизни Фарадея" доктор Бенс Джонс рассказывает, как юный мальчик на побегушках стремился собрать свои бумаги воскресным утром, чтобы успеть на сандеманианскую службу вместе с другими членами своей семьи.

Фарадей поступил в ученики к мистеру Рибай 7 октября 1805 года и освоил ремесло переплетчика. В свободное время он иногда читал научные книги, которые ему приходилось переплетать, и особенно интересовался "Беседами по химии" миссис Марсе и статьей об электричестве в "Британской энциклопедии". Это было задолго до существования Лондонского общества расширения университетского преподавания, и, хотя профессор Андерсон из Глазго показал, как преимущества университета могут быть распространены на тех, чье состояние не позволяет им стать обычными студентами университета, профессор Стюарт еще не научил английские университеты тому, что у них есть обязанности за пределами их собственных границ и что национальные университеты будущего должны быть преподавателями для всех слоев общества. Но частное предпринимательство в какой-то мере компенсировало пренебрежение государственных органов. Мистер Татум, проживающий по адресу 43, Дорсет-стрит, Флит-стрит, рекламировал курс лекций по натурфилософии, который будет прочитан в его доме в восемь часов вечера. Стоимость входного билета была высокой и составляла шиллинг за каждую лекцию, но брат Майкла Роберт часто снабжал его деньгами, и, посещая эти лекции, Фарадей завел много друзей, которые впоследствии были для него ценны.

Фарадей, по—видимому, осознавал ценность мастерства в рисовании — вопросу, которому в последнее время уделяется большое внимание теми, кто интересуется техническим образованием, - и он потратил некоторую часть своего времени на изучение перспективы, чтобы иметь возможность лучше иллюстрировать свои записи лекций мистера Татума, а также некоторых произведений сэра Хамфри Дэви, которые ему удалось прослушать в Королевском институте благодаря любезности покупателя в магазине мистера Риббау.

В 1812 году, еще до окончания своего ученичества, Фарадей проводил эксперименты с вольтовыми батареями собственной конструкции. Вырезав семь цинковых дисков размером в полпенса и покрыв их семью полпенсовиками, он сформировал стопку, вложив между каждой парой кусочки бумаги, пропитанные обычной солью, и обнаружил, что сконструированная таким образом стопка способна разлагать английскую соль. В несколько большей куче он разложил сульфат меди и ацетат свинца, а также провел несколько экспериментов по разложению воды. 21 июля 1812 года в письме своему другу Эбботту он упоминает движения камфары при плавлении по воде и добавляет: "Наука может быть проиллюстрирована этими мельчайшими действиями и эффектами почти так же, как и более очевидными явлениями.... Мой нож настолько плох, что я не могу починить им свою ручку; теперь она покрыта медью, так как этот металл был использован для осаждения соляной кислоты".

Кое-что о характере Фарадея, а также о результатах его самообразования можно почерпнуть из следующих цитат из писем к Эбботту, написанных в то время:

Я снова просмотрел ваше письмо, но настолько ослеплен, что не вижу никакой темы для письма, кроме хлора; но прежде чем перейти к тому, чем я намереваюсь заполнить письмо, я попрошу у вас прощения за то, что придерживался мнения против человека, который был так готов отказаться от своего собственного. Исходя из этого обстоятельства, я подозреваю, что ошибаюсь.... В данном случае я полагаю, что эксперименты можно разделить на три класса: во—первых, те, которые поддерживают старую теорию оксимуриевой кислоты и, следовательно, противоречат новой; во-вторых, те, которые поддерживают новую теорию и противоречат старой теории; и в-третьих, те, которые могут быть объяснены обеими теориями - только по-видимому, так, поскольку в действительности ложная теория никогда не может объяснить факт".

Не мое дело утверждать, что я прав, а вы неправы; говоря беспристрастно, я могу с таким же успехом сказать, что я неправ, а вы правы, или что мы оба неправы, а третий прав. Я не настолько самоуверен, чтобы предполагать, что мое суждение и восприятие в этом или других вопросах лучше или яснее, чем у других людей; я также не хочу утверждать, что это истинная теория на самом деле, а только то, что мое суждение предполагает, что это так. Суждения иногда противоречат друг другу, как в данном случае; и как в природе не может быть двух противоположных фактов, так и в интеллектуальном мире не может быть двух противоположных истин. Следовательно, когда суждения противоречат друг другу, одно должно быть неправильным — одно должно быть ложным; и мое суждение может быть таким, насколько я могу судить. Я не настолько высокомерен, чтобы точно оценивать силу и правильность моего собственного понимания и понимания других людей, и уверяю вас, дорогой А., что я далек от уверенности в том, что мое собственное понимание всегда правильно. Я изложил вам теорию — не как истинную, а как ту, которая казалась мне верной, — и когда я замечу в ней ошибки, я немедленно откажусь от нее, частично или полностью, в зависимости от моего суждения. Из этого, дорогой друг, ты увидишь, что я

очень открыт для убеждения; и из того, как я отвечу на твое письмо, ты также поймешь, что меня нужно убедить, прежде чем я отрекусь.

7 октября 1812 года ученичество Фарадея закончилось, и сразу после этого он начал работать подмастерьем переплетчика. Теперь он обнаружил, что в его распоряжении для научной работы меньше времени, чем было в бытность учеником, и его желание бросить свое ремесло и полностью посвятить себя научным занятиям стало сильнее, чем когда-либо. Во время своего ученичества он написал сэру Джозефу Бэнксу, тогдашнему президенту Королевского общества, в надежде получить какую-нибудь научную работу; теперь он обратился к сэру Хамфри Дэви. В письме, написанном доктору Пэрису в 1829 году, Фарадей дал отчет об этом применении.

"Мое желание уйти от торговли, которую я считал порочной и эгоистичной, и встать на службу науке, которая, как я полагал, делала ее преследователей дружелюбными и либеральными, побудило меня, наконец, предпринять смелый и простой шаг - написать сэру Х. Дэви, выразив свои пожелания и надежду, что, если ему представится возможность, он поддержит мои взгляды; в то же время я отправил конспекты его лекций, которые я сделал.

"Ответ, в котором заключается весь смысл моего сообщения, я посылаю вам в оригинале, прося вас бережно относиться к нему и вернуть его мне, ибо вы можете себе представить, как я им дорожу.

Вы заметите, что это произошло в конце 1812 года; а в начале 1813 года он попросил о встрече со мной и рассказал о должности ассистента в лаборатории Королевского института, которая тогда только что освободилась.

"В то же время, когда он таким образом удовлетворил мои желания относительно научной работы, он все же посоветовал мне не отказываться от открывшихся передо мной перспектив, сказав, что Наука - суровая хозяйка и, с финансовой точки зрения, плохо вознаграждает тех, кто посвящает себя служению ей. Он улыбнулся моему представлению о высших моральных чувствах людей-философов и сказал, что предоставляет мне несколько лет опыта, чтобы я мог разобраться в этом вопросе.

"Наконец, благодаря его добрым усилиям, я поступил в Королевский институт в начале марта 1813 года в качестве ассистента в лаборатории; а в октябре того же года отправился с ним за границу в качестве его ассистента в экспериментах и написании статей. Я вернулся вместе с ним в апреле 1815 года, возобновил свою работу в Королевском институте и, как вы знаете, с тех пор остаюсь там".

Письмо сэра Х. Дэви было следующего содержания:

"Сэр,

"Я отнюдь не недоволен доказательством вашего доверия, которое вы мне предоставили и которое демонстрирует большое рвение, силу памяти и внимание. Я вынужден уехать из города и не поселюсь в нем до конца января; тогда я увижусь с вами в любое время, когда вы пожелаете. Мне было бы приятно оказать вам любую услугу; я хотел бы, чтобы это было в моих силах.

- Я, сэр,

Ваш покорный слуга,

Х. Дэви.

Протокол собрания управляющих Королевского института от 1 марта 1813 года содержит следующую запись: "Сэр Хамфри Дэви имеет честь сообщить руководителям, что он нашел человека, желающего занять место в учреждении, которое недавно занял Уильям Пейн. Его зовут Майкл Фарадей. Ему двадцать два года. Его привычки кажутся приятными, характер активным и жизнерадостным, а манеры интеллигентными. Он готов работать на тех же условиях, что и мистер Пейн при увольнении из учебного заведения.

"Решено, что Майкл Фарадей будет нанят для замещения должности, которую в последнее время занимал мистер Пейн, на тех же условиях".

Примерно в это же время Фарадей присоединился к Городскому философскому обществу, которое было основано в доме мистера Татума в 1808 году. Члены общества встречались каждую среду вечером либо для лекции, либо для обсуждения; и, возможно, общество не сильно отличалось от некоторых "студенческих ассоциаций", которые совсем недавно были созданы в связи с другими образовательными предприятиями. Маграт был секретарем этого общества, и из него выросла небольшая группа студентов, которые собирались раз в неделю, либо на складе Маграта на Вуд-стрит, либо в личных комнатах Фарадея на чердаке Королевского института, для взаимного совершенствования, вместе читали и свободно критиковали произношение и композицию друг друга. В письме Эбботту через шесть недель после начала работы в Королевском институте Фарадей пишет: —

Посторонний человек, конечно, подумал бы, что вы и я - пара очень простых существ, поскольку мы считаем необходимым писать друг другу, хотя мы так часто встречаемся лично; но посторонний человек, делая такое суждение, лишь впал бы в ту ошибку, которая охватывает всех тех, кто принимает решения, исходя из внешних проявлений вещей.... Когда я пишу вам, я ищу возможность попытаться ясно описать обстоятельства или эксперимент; так что вы увидите, что отчасти нашей взаимной перепиской я руководствуюсь эгоистичными мотивами, но, хотя они и эгоистичны, все же не подлежат осуждению.

Летом 1813 года Фарадей в своих письмах Эбботу поделился со своим другом своим опытом "по поводу лекций и лекторов вообще" в манере, которая очень высоко оценивает его способность наблюдать как за людьми, так и за вещами. Он придерживался мнения, что лекция не должна длиться более часа и что тема должна "соответствовать аудитории".

"Лектор может считать свою аудиторию вежливой или вульгарной (термины, которые я хочу, чтобы вы понимали в соответствии с новым словарем Шаффлтона), образованной или необразованной (в зависимости от предмета), слушателями или зрителями. Вежливая компания ожидает, что ее развлечет не только тема лекции, но и манеры лектора; они ищут уважения, языка, созвучного их достоинству, и идей на уровне их собственных. Вульгарные люди — то есть, в общем, те, кто возьмет на себя труд подумать, и пчелы бизнеса — желают чего-то, что они могут постичь. Это может быть глубоко и детально разработано для образованных людей, но для тех, кто еще не является тироссом и не знаком с предметом, должно быть простым и доходчивым. Наконец, слушатели ожидают рассуждений и здравого смысла, в то время как зрителям требуется только последовательность слов".

В качестве экспериментальной иллюстрации он говорит:—

- Мне не нужно указывать ... различие в способностях восприятия глаза и уха, а также легкость и четкость, с которыми первый из этих органов передает идеи уму — идеи, которые, будучи приобретены таким образом, удерживаются в памяти гораздо более прочно, чем при восприятии на слух.... Следовательно, приборы являются неотъемлемой частью каждой лекции, на которой они могут быть представлены.... Когда ... приборы должны быть выставлены, в их расположении на лекционном столе должен соблюдаться определенный порядок. Каждая конкретная часть лекции, иллюстрирующая ее, должна быть на виду, ни одна вещь не должна скрывать другую от аудитории, и ничто не должно стоять на пути лектора или препятствовать ему. Они также должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечить некоторую однородность внешнего вида. Ни одна часть тела не должна казаться обнаженной, а другая переполненной, если только не существует какой-то особой причины, которая делает это необходимым".

13 октября 1813 года Фарадей покинул Королевский институт, чтобы сопровождать сэра Хамфри Дэви в турне по Континенту. В его дневнике приводятся некоторые интересные подробности, показывающие неудобства зарубежных поездок в то время. Сэр Хамфри Дэви увез с собой свою карету по частям, и их пришлось собирать после того, как он избежал опасностей французской таможни на набережной Морле, за два года до битвы при Ватерлоо.

Один, казалось бы, тривиальный инцидент несколько омрачил удовольствие Фарадея на протяжении всего этого путешествия. Первоначально предполагалось, что в состав группы войдут сэр Хамфри и леди Дэви, Фарадей и камердинер сэра Хамфри, но в последний момент этот самый важный чиновник отказался покидать свои родные берега. Затем Дэви попросил Фарадея взять на себя такие обязанности камердинера, которые были необходимы для благополучия вечеринки, пообещав заручиться услугами подходящего человека в Париже. Но подходящего кандидата на это назначение не нашлось, и таким образом Фарадею все время приходилось брать на себя ответственность за внутренние дела, а также помогать в экспериментах. Если бы там были только сэр Хамфри и он сам, это не составило бы труда. Сэр Хамфри в молодости привык к скромной жизни, но с его супругой дело обстояло иначе, и, по-видимому, Фарадей не раз был на грани того, чтобы покинуть своего покровителя и вернуться домой в одиночестве. Обстоятельство, произошедшее в Женеве, иллюстрирует положение дел. Профессор Э. де ла Рив пригласил сэра Хамфри, леди Дэви и Фарадея на ужин. Сэр Хамфри не мог появляться в обществе с человеком, который в некоторых отношениях выполнял роль его камердинера. Когда об этом сообщили профессору, он ответил, что сожалеет, поскольку это потребует от него проведения еще одного званого обеда. Впоследствии Фарадей поддерживал переписку с Де ла Ривом и продолжил ее с его сыном. В письме к последнему он говорит, говоря о профессоре Э. де ла Риве, что он был "первым, кто лично в Женеве, а затем по переписке, поощрял и тем самым поддерживал меня".

В Париже Фарадей познакомился со многими из самых выдающихся деятелей науки того времени. Однажды утром Ампер, Клеман и Десорм зашли к Дэви, чтобы показать ему немного йода, вещества, которое было открыто всего около двух лет назад, и Дэви, находясь в Париже, а затем в Монпелье, провел с ним серию экспериментов. После трехмесячного пребывания группа выехала из Парижа в Италию, через Монпелье, Экс и Ниццу, откуда они пересекли Коль де Тенде и направились в Турин. Переправка повозки и багажа через Альпы была произведена

отрядом из шестидесяти пяти человек с санями и несколькими мулами. Описание путешествия, записанное в дневнике Фарадея, заставляет нас уважать мужество англичанина, который в начале этого столетия попытался перевезти карету через Альпы зимой.

"Из Турина мы направились в Геную, откуда впоследствии покинули ее на открытой лодке и морем направились в сторону Леричи. Этого места мы достигли после очень неприятного перехода, и не без опасений быть опрокинутыми по дороге. Поскольку там не было ничего особенно заманчивого, мы продолжили наш путь во Флоренцию и, пробыв там три недели или месяц, покинули этот прекрасный город и через четыре дня прибыли сюда, в Рим".

Вышесказанное взято из письма Фарадея своей матери. Во Флоренции много времени проводил в Академии Чименто. Здесь Фарадей увидел телескоп, с помощью которого Галилей обнаружил спутники Юпитера, с трубкой из дерева и бумаги длиной около трех с половиной футов и простым предметным стеклом и биноклем для глаз. Электрическая машинка из красного бархата с резинкой из золотой бумаги, лейденские банки, пробитые разрядом между их арматурами, первая линза, сконструированная Галилеем, и ряд других предметов вызвали большой интерес у недавно получившего избирательные права ученика переплетчика; но из всех сокровищ музея самым пригодным для использования было большое горящее стекло великого герцога. С помощью этого стекла — которое состояло из двух выпуклых линз на расстоянии примерно трех футов шести дюймов друг от друга, причем первая линза имела диаметр около четырнадцати-пятнадцати дюймов, а вторая — три дюйма, Дэви удалось обжечь несколько алмазов в газообразном кислороде и доказать, что алмаз состоит всего лишь из углерода. В 1818 году Фарадей опубликовал статью на эту тему в *Quarterly Journal of Science*. В Генуе были проведены некоторые эксперименты с торпедой, но пойманные экземпляры были очень маленькими и слабыми, а их удары настолько слабыми, что никаких определенных результатов получено не было. В Риме Дэви попытался повторить эксперимент синьора Морричини, в ходе которого стальную иглу намагничивали, заставляя концентрированные фиолетовые и синие лучи солнца несколько раз проходить по игле от середины к северному концу. Эксперимент в руках Дэви и Фарадея не увенчался успехом, и последнему было поручено обнаружить связь между магнетизмом и светом. Из Рима они посетили Неаполь и поднялись на Везувий, а вскоре после этого уехали из Италии в Женеву. Осенью 1814 года они вернулись из Швейцарии через Германию, посетив Берн, Цюрих, Тироль, Падую, Венецию и Болонью, во Флоренцию, где Дэви снова провел некоторые химические исследования в лаборатории академии. Оттуда они вернулись в Рим, а весной отправились в Неаполь и снова посетили Везувий, вернувшись в Англию в апреле, через Рим, Тироль, Штутгарт, Брюссель и Остенде.

Через две недели после своего возвращения с Континента Фарадей снова стал ассистентом в Королевском институте, но с зарплатой тридцать шиллингов в неделю. Его характер будет достаточно очевиден из приведенных цитат из его дневника и писем. Отныне мы должны быть заняты главным образом рассмотрением его научной работы.

В январе 1816 года он прочитал свою первую лекцию в Городском философском обществе. В лекции, прочитанной вскоре после этого перед тем же обществом, встречается следующий отрывок, дающий представление об одном из распространенных верований того времени:—

"Заключение, которое сейчас общепринято, по-видимому, состоит в том, что свет состоит из мельчайших атомов вещества октаэдрической формы, обладающих полярностью и различающихся по размеру или скорости....

"Если теперь мы представим себе изменение настолько большее, чем испарение, насколько это выше текучести, а затем примем во внимание также пропорционально увеличивающуюся степень изменения по мере нарастания изменений, мы, возможно, если мы вообще сможем сформировать какое-либо представление, недалеко уйдем от лучистой материи;[6] и как при последнем преобразовании были утрачены многие качества, так и здесь исчезнет гораздо больше.

[6] Не принадлежит Круксу.

"Ньютон и многие другие выдающиеся философы придерживались мнения, что такое преобразование возможно и постоянно происходит в процессах природы, и они обнаружили, что эта идея без ущерба для применения математических рассуждений — например, в отношении тепла. Если предположить, мы должны также предположить простоту материи; ибо из этого следовало бы, что все разнообразие веществ, с которыми мы знакомы, могло бы быть преобразовано в один из трех видов излучающей материи, которые опять-таки могут отличаться друг от друга только размером своих частиц или их формой. Тогда предполагалось бы, что свойства известных тел возникают из различного расположения их основных атомов и принадлежат веществам только до тех пор, пока существует их сложная природа; и, таким образом, разнообразие материи и разнообразие свойств были бы признаны сопутствующими. Простота такой системы необычайно прекрасна, идея грандиозна и достойна одобрения Ньютона. Это было то, во что верили древние, и, возможно, именно это осознает будущая раса".

В заключительных словах своей пятой лекции в Городском философском обществе Фарадей сказал:

"Философ должен быть человеком, готовым выслушать любое предложение, но преисполненным решимости судить самому. На него не должна влиять никакая внешность; у него не должно быть любимой гипотезы; он не принадлежит к какой-либо школе; и в доктрине у него не должно быть учителя. Он должен уважать не людей, а вещи. Истина должна быть его главной целью. Если к этим качествам добавить трудолюбие, он действительно может надеяться войти за завесу храма природы".

Много лет спустя он заявил, что из всех предложений, которые он терпеливо выслушал после своих лекций в Королевском институте, только одно, доказанное в ходе исследования, имело какую-либо ценность, и это привело к открытию "дополнительного тока" и всей темы самоиндукции.

Фарадей всегда вел записную книжку, в которую он записывал любые мысли, приходившие ему в голову в связи с его работой, а также выдержки из книг или других публикаций, привлечших его внимание. Он назвал это своей "настойной книгой". На многие вопросы, которые он здесь принял к сведению, он впоследствии ответил экспериментальным путем. Например:—

"Запрос: природа звуков, издаваемых пламенем в трубках".

"Преобразовывать магнетизм в электричество".

"Общие эффекты сжатия либо при конденсации газов, либо при получении растворов, либо даже при получении комбинаций при низкой температуре".

"Расходятся ли пробковые шарики из-за возмущения электричества из-за взаимной индукции или нет?"

Говоря об этой книге, он говорит: "Я уже многим обязан этим заметкам и думаю, что такое собрание достойно того, чтобы его составил каждый ученый. Я уверен, что никто не подумал бы, что беда миновала после годичного опыта".

В письме от 3 мая 1818 года он пишет:—

Этим вечером я был занят с атмосферным электрическим аппаратом. Это было очень временное мероприятие, но оно полностью соответствовало цели. Проволока, намотанная на ее верхушку, была поднята в атмосферу тонким деревянным стержнем со стеклянной трубкой на конце и привязана к дымоходу на крыше дома; и этот провод был спущен вниз (следя за тем, чтобы он ни за что не задел на своем пути) в лекционный зал; и нам удалось время от времени выбивать из него искры длиной почти в четверть дюйма и заряжать лейденскую банку, чтобы вызвать сильный удар током. Электричество было положительным. Теперь, я думаю, вы могли бы легко изготовить аппарат такого рода, и это было бы постоянным источником интересного материала; только следите за тем, чтобы не покончить с собой и не разрушить дом.

12 июня 1820 года он женился на мисс Саре Барнард, третьей дочери мистера Барнарда с Патерностер-Роу — "событие, которое, - по его собственным словам, - больше, чем что-либо другое, способствовало его земному счастью и здоровому состоянию души". Он хотел, чтобы этот день был "таким же, как любой другой" — чтобы не было "ни суеты, ни шума, ни спешки, вызванной даже одним днем", хотя, осуществляя этот план, он обидел некоторых своих родственников, не пригласив их на свою свадьбу.

До этого времени экспериментальные исследования Фарадея были по большей части в области химии, и в течение двух лет значительная часть его энергии была потрачена на исследование свойств определенных сплавов стали в сотрудничестве с мистером Стодартом, изготовителем хирургических инструментов, с целью улучшения их изготовления для специальных целей. Именно в 1821 году он приступил к своим великим открытиям в области электричества. Осенью того же года он написал исторический очерк электромагнетизма для "Анналов философии" и повторил для себя большинство описанных им экспериментов. В ходе этих экспериментов, в сентябре 1821 года, он обнаружил вращение проволоки, по которой проходит электрический ток, вокруг полюса магнита. В 1820 году Эрстед обнаружил тенденцию магнитной стрелки располагаться под прямым углом к проводу, по которому проходит ток. Это действие связано с тенденцией северного полюса вращаться в правом направлении вокруг течения, в то время как южный полюс имеет тенденцию вращаться в противоположном направлении. Принцип, согласно которому действие и противодействие равны и противоположны, указывает на то, что, если магнитный полюс имеет тенденцию вращаться вокруг проводника, по которому проходит ток, у проводника должна быть такая же тенденция вращаться вокруг полюса. Именно это вращение стало первым великим открытием Фарадея в области электродинамики. 21 декабря того же года Фарадей показал, что земной магнетизм способен оказывать направляющее действие на провод, по которому течет ток. В письме к Де ла Риву по этому поводу он говорит: —

Я нахожу, что все обычные притяжения и отталкивания магнитной стрелки соединительным проводом являются обманом, поскольку движения являются не притяжением или отталкиванием и не результатом каких-либо сил притяжения или отталкивания, а результатом силы в проводе, которая, вместо того, чтобы приближать полюс стрелки к проводу или дальше от него, пытается заставить ее двигаться вокруг него по бесконечному кругу, пока батарейка остается в действии. Мне удалось не только теоретически, но и экспериментально показать существование этого движения, и я смог заставить проволоку вращаться вокруг магнитного полюса, или магнитный полюс вокруг проволоки, по своему усмотрению. Закон вращения, к которому сводятся все остальные движения иглы, прост и прекрасен.

Представьте себе отрезок соединительного провода, соединяющий север и юг, причем северный конец должен быть присоединен к положительному полюсу батареи, а южный - к отрицательному. Тогда северный магнитный полюс постоянно проходил бы вокруг него в видимом направлении солнца, с востока на запад вверху и с запада на восток внизу. Поменяйте местами соединения с батареей, и движение полюса изменится на обратное; или, если заставить вращаться южный полюс, движения будут происходить в противоположном направлении, как в случае с северным полюсом.

Если проволоку заставить вращаться вокруг шеста, то движения будут соответствовать упомянутым выше.... Теперь я смог экспериментально проследить это движение в его различных формах, как показано спиралями Ампера и т.д., и во всех случаях показать, что притяжение и отталкивание являются лишь видимостью, обусловленной этой циркуляцией полюсов; показать, что разные полюса отталкивают так же, как и притягивают, и что похожие полюса притягивают так же, как и отталкивают; и провести, я думаю, аналогию между спиралью и обычным стержневым магнитом гораздо сильнее, чем раньше. Но все же я ни в коем случае не уверен, что в обычном магните есть электрические токи. Я не сомневаюсь, что электричество приводит круги спирали в то же состояние, в котором находятся круги, которые можно представить в стержневом магните; но я не уверен, что это состояние напрямую зависит от электричества или что оно не может быть произведено другими факторами; и поэтому, пока присутствие электрических токов в магните не будет доказано иными эффектами, кроме магнитных, я буду оставаться в сомнении относительно теории Ампера.

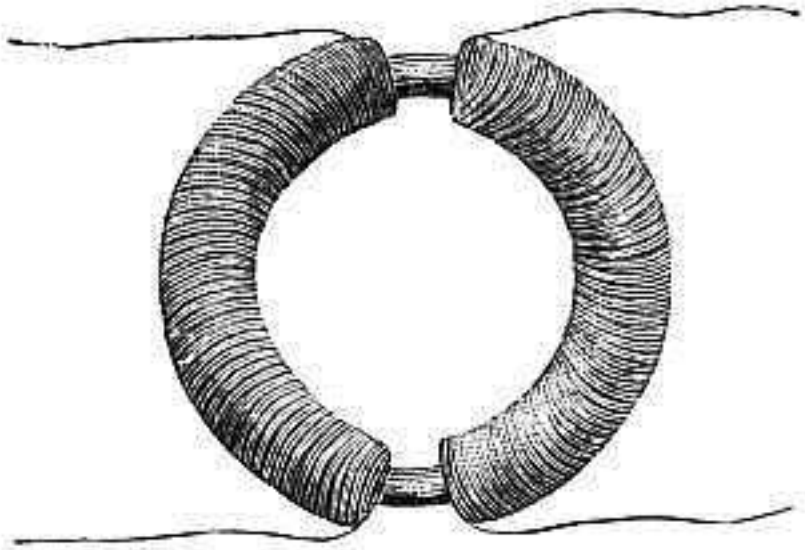
Наиболее удобным правилом для запоминания направления этих электромагнитных вращений, вероятно, является правило, данное клерком Максвеллом, которое будет приведено в своем месте.^[7] Если круглую пластину из меди и другую пластину из цинка соединить отрезком (или, лучше, тремя отрезками) изолированного провода так, чтобы цинк находился примерно на дюйм выше меди, и объединенные пластины подвесить на шелковом волокне в небольшом стакане с разбавленной серной кислотой, который поместить на полюс большого магнита, будет видно, что жидкость вращается вокруг вертикальной оси в одном направлении, а две пластины с их соединительными проводами - в противоположном направлении. При изменении полярности магнита оба вращения будут обратными. Это очень простой способ демонстрации открытия Фарадея. Небольшое количество порошкообразной смолы делает движение жидкости хорошо видимым.

^[7] См. стр. 302.

В 1823 году Фарадей опубликовал свою работу по сжижению газов, из которой он пришел к выводу, что между газами и парами нет никакой разницы по природе. В ходе этой работы он столкнулся не с одним серьезным взрывом. 8 января 1824 года он был избран членом Королевского общества, а в 1825 году по рекомендации сэра Хамфри Дэви он был назначен директором лаборатории Королевского института, и в этом качестве он учредил лабораторные конференции, которые переросли в пятничные вечерние лекции. В течение пяти лет после этого большая часть свободного времени Фарадея была занята некоторыми исследованиями, связанными с оптическим стеклом, проводимыми по заказу Королевского общества и за счет правительства. Мистер Доллонд и сэр Джон Гершель были связаны с ним в этом комитете, но полученные результаты не представляли большой ценности для оптиков. Силико-борат свинца, который Фарадей получил в ходе этих экспериментов, был, однако, веществом, с помощью которого он впервые продемонстрировал влияние магнитного поля на плоскость поляризации света и с помощью которого он открыл диамагнитное действие.

Экспериментальные исследования Фарадея в целом основывались на теоретических соображениях. Часто эти теории основывались на очень слабых предпосылках, а иногда были не чем иным, как полетом научного воображения, но они вели его в плодотворные области открытий, и он редко был сильно уверен в своих выводах, пока ему не удавалось проверить их экспериментально. В течение многих лет он придерживался мнения, что электрические токи должны проявлять явления, аналогичные явлениям электростатической индукции. Снова и снова он возвращался к исследованию и пытался получить наведенный ток в одном проводе путем пропускания мощного тока через соседний проводник; но он искал постоянный наведенный ток, который поддерживался бы в течение всего времени протекания первичного тока. Наконец, используя два провода, намотанных вместе в виде спирали на деревянный стержень, причем первый был способен пропускать мощный ток от батареи, а второй был соединен с гальванометром, он заметил, что, когда в первичной обмотке начинался ток, гальванометр двигался, а когда он прекращался, происходило движение в противоположном направлении, хотя гальванометр оставался на нуле, в то время как ток оставался постоянным. Следовательно, было очевидно, что индуцированные токи могут генерироваться за счет изменений в первичном токе, а не за счет их постоянного продолжения; и было продемонстрировано, что, когда ток запускается в проводнике, временный ток индуцируется в соседнем проводнике в противоположном направлении, в то время как ток индуцируется в том же направлении, что и в первичной обмотке, когда последняя прекращает течь. Прежде чем получить этот результат с проволоками на деревянной катушке, он поэкспериментировал с кованым железным кольцом диаметром около шести дюймов, изготовленным из круглого железа толщиной 7/8 дюйма. Он намотал на него два набора катушек, одна из которых занимала почти половину кольца, а другая занимала большую часть другой половины. Одну из них он соединил с гальванометром, другую по желанию можно было подключить к батарее. При пропускании тока батареи через последнюю катушку стрелка гальванометра совершала полный оборот четыре или пять раз, и происходило аналогичное действие, но в противоположном направлении, при остановке тока. Здесь было очевидно, что магнетизм, индуцированный в железном кольце, создавал столь мощный ток в цепи гальванометра. Затем он намотал некоторое количество покрытой медью проволоки на небольшой железный стержень и, соединив концы с гальванометром, поместил маленькую катушку между противоположными полюсами пары стержневых магнитов, другие концы которых соприкасались. Как только железный сердечник касался магнитов, в гальванометре появлялся

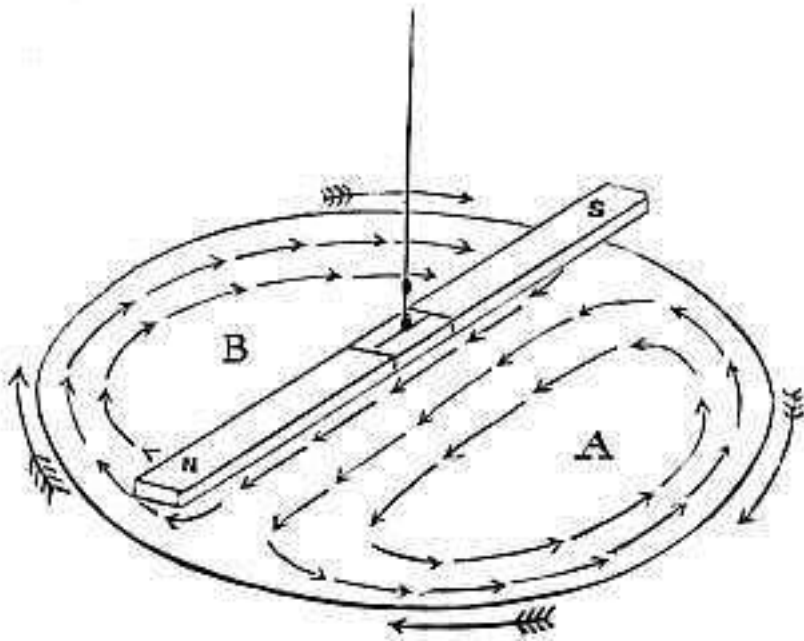
ток. При разрыве контакта ток шел в противоположном направлении. Затем был проведен вышеупомянутый эксперимент, в котором железо не использовалось. После этого один конец цилиндрического стержневого магнита был введен в спираль из медной проволоки, а затем внезапно полностью воткнут внутрь. Гальванометр, подключенный к катушке, показывал переходный ток. При извлечении магнита ток появлялся в противоположном направлении, так что токи индуцировались просто относительным движением магнита и проводника.



Медный диск был установлен таким образом, чтобы его можно было заставить быстро вращаться. К центру диска был подсоединен провод, и цепь завершалась трущимся контактом по окружности. В цепь был включен гальванометр, а большой подковообразный магнит Королевского института был расположен таким образом, что часть диска между центром и трущимся контактом проходила между полюсами магнита. Ток протекал через гальванометр до тех пор, пока диск продолжал вращаться. Затем он обнаружил, что простого прохождения медной проволоки между полюсами магнита было достаточно, чтобы вызвать в нем ток, и пришел к выводу, что возникновение тока было связано с обрезанием "магнитных кривых", или "линий магнитной силы", которые были бы изображены железными опилками. Таким образом, в ходе десятидневной экспериментальной работы осенью 1831 года Фарадей настолько полно исследовал явления электромагнитной индукции, что своим преемникам оставил мало что, кроме практических применений. Несколько недель спустя он получил индукционные токи только с помощью земного магнетизма, сначала с помощью катушки проволоки, намотанной на железный стержень, в котором создавался сильный ток, когда его быстро помещали в направлении магнитного провала или снимали с этого места, а затем с помощью катушки проволоки без железного сердечника. 8 февраля 1832 года ему удалось получить искру от наведенного тока. Если электродвижущая сила не очень велика, невозможно получить искру между двумя металлическими поверхностями, разделенными значительной толщиной воздуха. Однако, если во время *прохождения тока разорвать* цепь провода, образуется небольшой мостик из паров металла, через который на мгновение перескакивает искра. Индуцированный ток был такой короткой продолжительности, что трудность заключалась в том, чтобы разорвать цепь во время его протекания. Фарадей намотал значительную длину тонкой проволоки на короткий железный прут; концы проволоки были перекрещены так, чтобы они просто соприкасались друг с другом, но могли свободно разделиться при легком ударе. Концы

железного стержня выступали за пределы катушки и удерживались прямо над полюсами магнита. При отпускании стержня он упал так, что ударился о магнитные полюса и замкнул цепь магнита. В проводе образовался индуцированный ток, но пока он проходил, удар, вызванный ударом стержня о магнит, разделил концы провода, таким образом разорвав цепь проводника, и в зазоре появилась искра. В этой маленькой искре был зародыш электрического света сегодняшнего дня. Впоследствии Фарадей усовершенствовал устройство, прикрепив к одному концу проволоки небольшой диск из амальгмированной меди и согнув другой конец так, чтобы слегка прижать к поверхности диска. С помощью этого аппарата он продемонстрировал "магнитную искру" на собрании Британской ассоциации в Оксфорде.

Фарадей предположил, что, когда катушка провода находится поблизости от магнита или рядом с проводником, по которому проходит ток, катушка переходит в особое состояние, которое он назвал *электротоническим состоянием*, и что индуцированные токи появляются всякий раз, когда катушка принимает или теряет это состояние. Он часто возвращался к своей концепции электротонического состояния, хотя ясно видел, что, когда токи индуцировались относительным движением проволоки и магнита, индуцируемый ток зависел от скорости, с которой линии магнитной силы были перерезаны проволокой. О его концепции силовых линий, заполняющих все пространство, мы еще поговорим позже. Здесь достаточно отметить, что в электротоническом состоянии Фарадея Клерк Максвелл распознал количество магнитных силовых линий, замкнутых контуром, и показал, что индуцируемая электродвижущая сила пропорциональна скорости изменения количества таким образом замкнутых силовых линий.



Редко бывает, чтобы было сделано великое открытие, к которому постепенно не привели несколько наблюдаемых явлений, ожидавших этого открытия для своего объяснения. Однако в случае электромагнитной индукции, по-видимому, был проведен только один эксперимент, поставивший философов в тупик, ключ к которому был найден в открытии Фарадея, в то время как полное объяснение было дано самим Фарадеем. Араго обнаружил, что если заставить медную пластину быстро вращаться под свободно подвешенной магнитной стрелкой, то стрелка будет (медленно) следовать за пластиной в своем вращении, хотя между ними был

вставлен лист стекла, предотвращающий воздействие любых воздушных потоков на магнит. Этот эксперимент был повторен сэром Джоном Гершелем и мистером Бэббиджем, но никаких объяснений не последовало. Фарадей увидел, что вращение диска под полюсами магнита должно генерировать индуцированные токи в диске, поскольку различные участки металла будут постоянно пересекать силовые линии магнита. Эти токи реагировали бы на магнит, вызывая механическое напряжение между ними, которое, как утверждал Ленц, было бы направлено в направлении, противоположном *относительному* движению, и, следовательно, тянуло бы магнит за диском при его вращении. На приведенном выше рисунке стрелки без выступов показывают общее распределение токов в диске, в то время как стрелки с выступами указывают направление вращения диска. Течения в полукруге А будут отталкивать северный полюс и притягивать южный. Те, что находятся в полукруге В, будут производить противоположный эффект, и, следовательно, у магнита будет тенденция вращаться в направлении диска, в то время как движению диска будет оказываться сопротивление. Это сопротивление движению проводника в магнитном поле было замечено Фарадеем и, независимо, Тиндалем, и это достаточно очевидно по мощности, поглощаемой динамо-машинами, когда они генерируют большие токи.

Следующая серия исследований Фарадея была посвящена экспериментальному доказательству идентичности электричества трения и вольтаики. Он показал, что магнит можно отклонить и йодид калия разложить под действием тока от его электрической машины, и пришел к выводу, что количество электричества, необходимое для разложения крупинки воды, равно 800 000 зарядам его большой лейденской батареи. Ток от фрикционной машины также служил для отклонения стрелки его гальванометра. Эти исследования привели к целой серии исследований законов электролиза, в ходе которых Фарадей продемонстрировал принцип, согласно которому, как бы ни менялась сила тока, количество любого разложившегося соединения пропорционально общему количеству электричества, прошедшего через электролит. Когда один и тот же ток пропускается через разные соединения, существует постоянная зависимость между количествами нескольких разложившихся соединений. На современном языке законы Фарадея могут быть выражены таким образом:—

Если один и тот же ток пропускать через несколько разных электролитов, количество образующегося каждого иона будет пропорционально его суммарному весу, деленному на его валентность, а если ток меняется, количество каждого иона, высвобождаемого в секунду, будет пропорционально току.

Это великий закон электрохимических эквивалентов. Количество водорода, выделяемого в секунду током в один ампер, составляет около $\cdot 00001038$ граммов, или почти одну шеститысячную грана. Это электрохимический эквивалент водорода. Таковое для любого другого вещества может быть установлено с помощью закона Фарадея.

Из результатов Фарадея следует, что для разложения одной молекулы любого соединения того же химического типа требуется такое же количество электричества, но из этого не следует, что при разложении используется такое же количество энергии. Например, суммарный вес меди и цинка почти одинаков. Следовательно, для высвобождения фунта меди, скажем, из медного купороса, потребуется потратить примерно такое же количество электроэнергии, как и для высвобождения фунта цинка из цинкового купороса; но в случае с медью потребуется проделать гораздо меньшую работу. Это проявляется следующим образом: —Аккумулятор,

который просто медленно разлагает соль меди, выделяя медь, кислород и серную кислоту, совсем не разлагает соль цинка с выделением металлического цинка, но сразу же после пропускания тока через электролит наступает поляризация, и создаваемая таким образом противодействующая электродвижущая сила становится равной силе батареи и прекращает ток до появления металлического цинка. В случае с медью поляризация также наступает, но никогда не достигает равенства с электродвижущей силой основной батареи. Фактически, во всех случаях электролиза поляризация создает противоположную электродвижущую силу, строго пропорциональную работе, проделываемой в элементе при прохождении каждой единицы электроэнергии. Если увеличить мощность батареи, чтобы она могла разлагать сульфат цинка, и если эту батарею поместить в раствор сульфата меди, последний будет *быстро* разлагаться, и избыток энергии, вырабатываемой батареей, будет преобразован в тепло в контуре.

Один важный момент в связи с электролизом, который продемонстрировал Фарадей, заключается в том, что разложение является результатом прохождения тока, а не просто из-за притяжения электродов. Таким образом, он показал, что йодид калия может быть разложен потоком электричества, исходящим от металлической точки на главном проводнике его электрической машины, хотя точка не касалась тестовой бумаги, на которую был нанесен йодид.

Это было в 1834 году, когда мистер У. М. Дженкин после одной из пятничных вечерних лекций в Королевском институте обратил внимание Фарадея на шок, который он испытал, разорвав цепь электромагнита, хотя использованная батарея состояла всего из одной пары пластин. Фарадей повторил эксперимент и обнаружил, что при включенном в цепь большом магните таким образом можно получить сильную искру. 14 ноября 1834 года он пишет: "Явление повышенной искры - это всего лишь случай индукции электрических токов. Если в проводе установлен ток, а параллельно ему проложен другой провод, образующий замкнутую цепь, то в момент прекращения тока в первом он индуцирует ток в том же направлении во втором, сам при этом показывая лишь слабую искру. Но если второй находится в стороне, он индуцирует ток в своем собственном проводе в том же направлении, производя сильную искру. Таким образом, сильная искра в токе, возникающая в одиночестве, эквивалентна току, который она может вызвать в соседнем проводе, когда находится в компании". Сильная искра, фактически, представляет собой энергию тока, обусловленную самоиндукцией его цепи, энергия которой, по крайней мере частично, была бы затрачена на индуцирование тока в соседнем проводе, если бы таковой существовал.

Его время с 1835 по 1838 год было в основном занято работой по электростатической индукции. Фарадей никогда не мог удовлетвориться каким-либо объяснением, основанным на прямом действии на расстоянии; он всегда искал механизм, с помощью которого это действие передавалось. В этом поиске ему на помощь пришли силовые линии магнитного поля, которые он так часто рисовал на железных опилках. Фарадей сделал на железных опилках множество изображений магнитных полей, создаваемых различными комбинациями магнитов. Он использовал жеваную бумагу, и когда опилки укладывались на твердую жеваную поверхность, он выпускал на бумагу слабую струю пара, которая расплавляла жвачку и закрепляла опилки. Несколько его диаграмм были выставлены на выставке Loan Collection в Южном Кенсингтоне. Он предполагал, что электрическое воздействие передается по таким линиям, как эти, и для него все электрическое поле было заполнено линиями, всегда переходящими от

положительной электрификации к отрицательной, и в некоторых отношениях напоминающими эластичные струны. Тогда действие в любом месте можно было бы выразить в терминах силовых линий, которые там существовали, при этом наэлектризованность, с помощью которой создавались эти линии, оставалась вне рассмотрения. Действующие тела, таким образом, были заменены создаваемым ими силовым полем. Он показал, что невозможно вызвать к существованию положительный электрический заряд, не создавая в то же время равного отрицательного заряда. Он задумал, что от каждой единицы положительного электричества должна начинаться силовая линия, и таким образом, с началом линии одновременно создавался заряд отрицательного электричества, на котором линия могла заканчиваться. В знаменитом эксперименте с ведерком со льдом он показал, что, когда заряженное тело вставляется в замкнутый или почти замкнутый полый проводник, равное количество электричества того же вида появляется снаружи полого проводника, в то время как равное количество электричества противоположного вида появляется на внутренней поверхности проводника. С помощью ведерка для льда и сачка для ловли бабочек он показал, что внутри проводника не может быть свободного электричества. Силовые линии не могут проходить через материал проводника, не вызывая электрического смещения. Каждый элемент электричества должен быть соединен с равным количеством противоположного вида силовой линией. Такие линии не могут проходить через сам проводник; следовательно, заряд должен находиться полностью снаружи проводника, так что каждый элемент заряда может быть связан с равным количеством противоположного электричества на поверхностях окружающих объектов. Таким образом, для Фарадея каждое электрическое воздействие было демонстрацией электрической индукции. Вся эта работа была проделана ранее Генри Кавендишем, но ни Фарадей, ни кто-либо другой не знали об этом в то время. Исходя из того факта, что внутри полого проводника не может быть электричества, Кавендиш наилучшим из возможных способов вывел истинность закона обратных квадратов применительно к электрическому притяжению и отталкиванию, и таким образом заложил основу математической теории электричества. Для Кавендиша каждое электрическое воздействие было перемещением несжимаемой жидкости, которая заполняла все пространство, не производя никакого эффекта в проводниках из-за свободы ее движения, но создавая напряжения в изоляторах за счет смещения материала тела. Фарадей в своих силовых линиях видел, так сказать, линии, по которым происходили перемещения жидкости Кавендиша.

Фарадей думал, что, если бы он мог показать, что электрическая индукция может происходить по изогнутым линиям, это доказало бы, что действие происходит через среду, а не непосредственно на расстоянии. Ему удалось экспериментально продемонстрировать кривизну этих линий; но его выводы были необоснованны, поскольку, если мы представим себе два или более силовых центра, действующих непосредственно на расстоянии в соответствии с законом обратных квадратов, результирующие силовые линии, как правило, будут изогнутыми. Конечно, это не доказывает возможности прямого воздействия на расстоянии, а лишь показывает, что кривизна линий является следствием как одной гипотезы, так и другой.

Вскоре Фарадею стало ясно, что природа диэлектрика имеет очень большое отношение к электрической индукции. Емкость конденсатора, например, зависит от природы диэлектрика, а также от конфигурации проводников. Чтобы выразить это свойство, Фарадей использовал термин "удельная индуктивная емкость". Он сравнил электрическую емкость конденсаторов, равных во всех других отношениях, но один из которых содержит воздух в качестве диэлектрика, а другой - другие среды, и таким образом примерно определил удельную

индуктивную емкость нескольких изоляторов. Впоследствии оказалось, что эти результаты имеют большое значение в связи с изоляцией подводных кабелей. Даже сейчас изучающий электричество иногда бывает озадачен тем, каким образом удельная индуктивная способность доводится до его сведения как изменение емкости конденсаторов, после того как узнал, что емкость любой системы проводников можно рассчитать по ее геометрической конфигурации; но факт заключается в том, что интенсивность всех электрических воздействий зависит от природы среды, через которую они проходят, и потребуется больше электроэнергии, чтобы приложить к равному заряду единичную силу на единичном расстоянии, когда промежуточная среда обладает высокой, чем когда она обладает низкой удельной индуктивной способностью.

В 1835 году Фарадей получил пенсию по гражданскому списку; в 1836 году он был назначен научным консультантом Старших братьев Тринити-Хауса. В том же году он был избран членом Сената Лондонского университета и в этом качестве оказал немалое влияние на научное образование страны, поскольку был одним из тех, кто составлял расписания различных экзаменов.

В ранние годы Фарадей думал, что все виды материи могут в конечном счете состоять только из трех материалов, и что поскольку газы и пары кажутся более похожими друг на друга, чем жидкости или твердые тела, которым они соответствуют, то каждое из них может подвергаться еще большим изменениям в том же направлении, и газ или пар становятся излучающей материей — либо теплом, либо светом, либо электричеством. Позже Фарадей ясно осознал динамическую природу тепла и света, но в своей работе всегда руководствовался своими теоретическими представлениями о "соотношении физических сил". Долгое время он пытался обнаружить связь между электричеством и светом; наконец, 13 сентября 1845 года, после экспериментов с рядом других веществ, он поместил кусочек силико-бората свинца, или тяжелого стекла, в поле магнита и обнаружил, что, когда луч поляризованного света проходил через стекло в направлении силовых линий магнитного поля, происходило вращение плоскости поляризации. Впоследствии оказалось, что все прозрачные твердые вещества и жидкости, с которыми проводились эксперименты, были способны производить это вращение в большей или меньшей степени, а в случае всех немагнитных веществ вращение происходило в направлении электрического тока, который, проходя вокруг вещества, создавал используемое магнитное поле. Отказавшись от магнита и используя только моток проволоки с прозрачным веществом внутри, были получены аналогичные эффекты. Таким образом, в конце концов была обнаружена связь между светом и электричеством.

4 ноября, используя кусок тяжелого стекла и новый подковообразный магнит, Фарадей заметил, что магнит, по-видимому, оказывает направляющее действие на стекло. Дальнейшее исследование показало, что стекло отталкивалось магнитными полюсами. Три дня спустя он обнаружил, что все виды веществ, включая большинство металлов, действовали на него подобно тяжелому стеклу. Небольшие их части отталкивались, в то время как удлиненные цилиндры имели тенденцию устанавливаться перпендикулярно линиям магнитной силы. Такие действия можно было имитировать, подвешивая слабомагнитное тело в среде, более магнитной, чем оно само. Поэтому Фарадей искал какую-либо среду, которая была бы абсолютно нейтральной к магнитному воздействию. Наполнив стеклянную трубку сжатым кислородом и поместив ее во взвешенное состояние в атмосфере кислорода при обычном давлении, сжатый газ вел себя подобно железу или другим магнитным веществам. Фарадей сравнил интенсивность его действия с действием сульфата железа, и это привело к объяснению

суточных колебаний стрелки компаса, основанных на солнечном нагреве, уменьшающем магнитную *проницаемость* кислорода воздуха. Повторив эксперимент с азотом, он обнаружил, что сжатый газ ведет себя совершенно нейтрально в окружении газа при обычном давлении. Отсюда он сделал вывод, что в азоте он нашел требуемую нейтральную среду. Повторяя его эксперименты в атмосфере азота, по-прежнему казалось, что большинство тел отталкиваются магнитными полюсами и располагаются *экваториально* или под прямым углом к силовым линиям, когда испытывались удлинённые участки. Этому действию Фарадей дал название диамагнетизм.

Примерно через месяц после женитьбы Фарадей присоединился к Сандеманской церкви, к которой принадлежала его семья на протяжении нескольких поколений, исповедая грех и исповедая веру. Нередко он выступал на собраниях своей Церкви, но в 1840 году его избрали старейшиной, и затем он регулярно приходил на богослужения. Заметки о своих выступлениях он обычно делал на маленьких кусочках карточек. У него была странная привычка отделять свои религиозные убеждения от научной работы, хотя дух религии постоянно пронизывал его жизнь. Лекцию по умственному воспитанию, прочитанную в 1854 году в Королевском институте в присутствии покойного принца—консорта, он начал следующим образом:-

Прежде чем перейти к этой теме, я должен провести одно различие, которое, каким бы оно ни казалось другим, имеет для меня первостепенное значение. По мере того, как человек возвышается над окружающими его существами, в его представлении существует более высокое и гораздо более возвышенное положение; и бесконечны способы, которыми он занимается своими мыслями о страхах, надеждах или ожиданиях будущей жизни. Я верю, что истина об этом будущем не может быть доведена до его сведения никаким напряжением его умственных способностей, какими бы возвышенными они ни были; что она становится известной ему из другого учения, отличного от его собственного, и принимается через простую веру в данное свидетельство. Пусть никто ни на минуту не предполагает, что самообразование, которое я собираюсь похвалить в отношении вещей этой жизни, распространяется на какие-либо соображения о возлагаемой на нас надежде, как будто человек с помощью рассуждений может познать Бога. Здесь было бы неуместно углубляться в этот предмет дальше утверждения об абсолютном различии между религиозной и обычной верой. Меня упрекнули в слабости, в том, что я отказываюсь применять те умственные операции, которые я считаю полезными в отношении высоких вещей, к самому высшему. Я довольствуюсь тем, что переносу упреки. И все же даже в земных делах я верю, что "невидимые вещи Его от сотворения мира ясно видны, будучи поняты созданными вещами, даже Его вечной силой и Божественностью"; и я никогда не видел ничего несовместимого между теми вещами человека, которые могут быть познаны духом человека, который внутри него, и теми высшими вещами, касающимися его будущего, которые он не может познать этим духом".

Покойный принц-консорт не раз обсуждал физические вопросы с Фарадеем, и в 1858 году королева предложила ему дом на Хэмптон-Корт-Грин. Это был его дом до 25 августа 1867 года. Он увидел не только магнитную искру, которую он впервые произвел, использованную в маяках Южного Форленда и Дандженесса, но и свои взгляды на линии электрической индукции, проверенные и подтвержденные исследованиями Томсона и Клерка Максвелла.

Из девятиста пяти наград, присвоенных ему, нам нужно упомянуть только звание коменданта ордена Почетного легиона, которое он получил в январе 1856 года.



ДЖЕЙМС КЛЕРК МАКСВЕЛЛ.

История жизни Джеймса Клерка Максвелла была так недавно рассказана умелым пером его друга всей жизни, профессора Льюиса Кэмпбелла, что нет необходимости на тех немногих страницах, которые нам остались, пытаться воспроизвести эту историю, которая не только не соответствовала бы ее предмету, но и по необходимости была бы далека от достоинств (по общему признанию, несовершенного) очерка, который недавно был предоставлен в распоряжение всех. Оглядываясь назад на жизнь клерка Максвелла, кажется, что он пришел к нам как свет из другого мира — лишь частично раскрыл свое послание умам, слишком часто неспособным постичь его полный смысл, и слишком рано вернулся к источнику, из которого он пришел. Едва ли существовала какая-либо отрасль натурфилософии, с которой он не сталкивался и на которую его живое воображение и дальновидный ум не проливали свет. Он был рожден философом, и на каждом шагу Природа приоткрывала завесу и открывала то, что было скрыто от взгляда менее пророческого. Однако очень краткий очерк основных событий его жизни, возможно, будет уместен.

Джеймс Клерк Максвелл родился в Эдинбурге 13 июня 1831 года. Его отец, Джон Клерк Максвелл, был вторым сыном Джеймса Клерка из Пеникуика и взял фамилию Максвелл, унаследовав поместье в Мидлсби. Его мать была дочерью Р. Х. Кей, эсквайра, из Норт-Чарльтона, Нортумберленд. Джеймс был единственным ребенком, пережившим младенчество.

За несколько лет до его рождения его родители построили дом в Гленлере, который был пристроен к их поместью Мидлсби, и проживали там большую часть года, хотя они сохранили свой дом в Эдинбурге. Поэтому мальчишеские годы Джеймса почти полностью прошли в деревне, пока в 1841 году он не поступил в Эдинбургскую академию. Будучи ребенком, он никогда не был доволен, пока полностью не исследовал все, что привлекало его внимание, например, скрытые ходы колокольных проводов, ручки воды и тому подобное. Его постоянным вопросом было: "Что в этом такого?" и, если ответ был слишком общим для его удовлетворения, он продолжал: "Но в чем конкретно заключается это?" Это стремление к тщательному исследованию каждого явления было характерной чертой его ума на протяжении всей жизни. С детства его знания Священного Писания были обширными и точными, и в восемь лет он мог повторить весь сто девятнадцатый псалом. Примерно в это же время умерла его мать, и с тех пор они с отцом стали постоянными компаньонами. Вместе они изобретали всевозможные хитроумные механические приспособления. Юный Джеймс был, по сути, дитя природы, свободное от всех условностей. Он любил все живое и получал удовольствие, глядя лягушат и кладя их в рот, чтобы посмотреть, как они выпрыгивают. Одним из его достижений было грести по утиному пруду в корыте для стирки и заставляя судно двигаться "без вращения" — от этого развлечения приходилось отказываться в дни стирки. Он никогда не расставался с одним или двумя терьерами, которых обучал многим трюкам и к которым, казалось, испытывал полную симпатию.

В детстве Максвелл был не из тех, кто получал большую пользу от обычного школьного преподавания, а опыт работы с частным репетитором на дому не привел к очень удовлетворительным результатам. Поэтому в возрасте десяти лет его отправили в Эдинбургскую академию под опеку архидьякона Уильямса, который в то время был ректором. При своем первом появлении в этой фешенебельной школе он, естественно, стал источником веселья для своих товарищей; но он твердо стоял на своем и вскоре завоевал больше уважения, чем раньше вызывал насмешки. Учась в школе в Эдинбурге, он жил у сестры своего отца, миссис Уэддерберн, и посвящал значительную часть своего времени и внимания тому, чтобы скрасить одиночество старика в Гленлере, используя письма, написанные причудливым почерком, иногда задом наперед, иногда шифром, иногда разными цветами, расположенные так, что символы, написанные определенным цветом, при последовательном размещении образовывали другое предложение. Таким образом, все подробности его школьной и домашней жизни, а также особые приметы преподавателей академии были в точности переданы его отцу, который бережно хранил письма. В тринадцать лет он, очевидно, добился успехов в геометрии тела, хотя и не приступал к Евклиду, поскольку пишет своему отцу: "Я создал тетраэдр, додекаэдр и два других хедрона, названий которых я не знаю". В этих письмах к Гленлеру он обычно подписывался сам: "Ваш покорнейший слуга". Иногда его веселье находило выход даже на конверте; например: —

Мистер Джон Клерк Максвелл,

"Постык Мы знали,

"Киркпатрик Дарем,

"Дамфрис".

Иногда он запечатывал свои письма электротипиями природных объектов (жуков и т.д.) собственного изготовления. В июле 1845 года он пишет:

Я получил одиннадцатую премию за ученость, первую - за английский язык, премию за английские стихи и математическую медаль.

Когда ему было всего пятнадцать, он опубликовал статью об овальных изгибах в *Трудах Королевского общества Эдинбурга*. Весной 1847 года он сопровождал своего дядю в гостях у мистера Николя, изобретателя призмы Николя, а по возвращении изготовил полярископ из стекла и спичечного коробка "люцифер" и зарисовал акварелью хроматические оттенки, создаваемые кусочками необожженного стекла, которые он сам приготовил. Эти эскизы он отправил мистеру Николу, который в ответ подарил ему пару призм собственной конструкции. Призмы сейчас находятся в Кавендишской лаборатории в Кембридже. Максвелл обнаружил, что для изготовления необожженного стекла куски оконного стекла, уложенные пачками по восемь или девять штук один на другой, очень хорошо подходят для этой цели. Он вырезал фигуры, треугольники, квадраты и т.д. Алмазом, нагревал кусочки стекла на железной плите до красноты на кухонном огне, а затем опускал их в тарелку с железными искрами (чешуйки из кузницы) для охлаждения.

В 1847 году Максвелл поступил в Эдинбургский университет и во время учебы там внес свой вклад в подготовку докладов Эдинбургского королевского общества по кривым качения и равновесию упругих твердых тел. Его внимание было в основном посвящено математике, физике, химии, а также ментальной и моральной философии. В 1850 году он отправился в Кембридж, поступив в Питерхаус, но в конце года "мигрировал" в Тринити; здесь он вскоре был окружен кругом друзей, которые помогли сделать его Кембриджскую жизнь очень счастливой. Его любовь к экспериментам иногда распространялась и на его собственный образ жизни, и однажды он попробовал спать по вечерам и работать после полуночи, но вскоре отказался от этого по просьбе отца. Один из его друзей пишет: "С 2 до 2.30 ночи он упражнялся, пробегая по верхнему коридору, *вниз* по лестнице, по нижнему коридору, затем *вверх* по лестнице и так далее, пока обитатели комнат, расположенных вдоль его пути, не вставали и не укладывали *пердуса* за дверями своих спортзалов, чтобы стрелять в него ботинками, щетками для волос и т. Д., Когда он проходил мимо". Его любовь к веселью, острый ум, обширные знания и, прежде всего, его полное бескорыстие сделали его всеобщим любимцем, несмотря на временные неудобства, которые его эксперименты могли иногда причинять его сокурсникам.

Друг-студент пишет: "Каждый, кто знал его в Тринити, может вспомнить какую-нибудь его доброту или поступок, который оставил в памяти неизгладимый след его доброты - ибо "хорошим" Максвелл был в лучшем смысле этого слова". Тот же друг записал в своем дневнике в 1854 году после встречи с Максвеллом на светском рауте: "Максвелл, как обычно, показывал, что знаком с каждым предметом, на который касался разговор. Я никогда не встречал такого человека, как он. Я действительно верю, что нет ни одной темы, на которую он не мог бы поговорить, и говорить хорошо, демонстрируя всегда самую любопытную и необычную информацию". Его личный наставник, покойный хорошо известный мистер Хопкинс, сказал о нем: "Этот человек не может неправильно мыслить о физических предметах".

В 1854 году Максвелл получил степень в Кембридже в качестве второго исследователя и был номинирован на премию Смита вместе со старшим исследователем (мистером Э. Дж. Раутом).

Во время учебы в бакалавриате он, по-видимому, выполнил большую часть работы, которая легла в основу его последующих работ по электричеству, в частности, по силовым линиям Фарадея. Цветной верх и цветовая рамка, по-видимому, также постепенно развивались в течение этого времени, в то время как принцип стереоскопа и "искусство прищуривания" получили должную долю внимания. Вскоре после получения степени он посвятил значительное количество времени подготовке рукописи по геометрической оптике, которая должна была стать университетским учебником, но так и не была завершена. Осенью 1855 года он был избран членом Тринити. Примерно в это же время работа над color-top была в самом разгаре, и он также сконструировал офтальмоскоп. В мае 1855 года он пишет:

Трюк с цветом состоялся в понедельник, 7-го. У меня были корректурные листы моей статьи, и я собирался прочесть, но передумал и вместо этого заговорил, что больше соответствовало цели. Были разные люди, которые думали, что синий и желтый создают зеленый, так что мне пришлось их разубедить. Я взял "Книгу красок" Хэя из университетской библиотеки и просматриваю образцы, сопоставляя их с верхними.

"Цветовой трюк" был продемонстрирован перед Кембриджским философским обществом.

Будучи бакалавром, Максвелл читал лекции рабочим в Барнуэлле, помимо чтения лекций в колледже. Его отец умер в апреле 1856 года, и вскоре после этого он был назначен профессором естественной философии в Маришал-колледже в Абердине. Это назначение он занимал до объединения колледжа с Королевским колледжем в 1860 году. Эти четыре года были очень продуктивными в плане ценной работы. Во время них был сконструирован динамический волчок, который иллюстрирует движение твердого тела вокруг его оси с наибольшим, наименьшим или средним моментом инерции; ибо за счет движения определенных винтов ось волчка может быть по желанию совмещена с любой осью. Эссе на соискание премии Адамса о стабильности колец Сатурна также относится к этому периоду. В этом эссе Максвелл показал, что явления, представленные кольцами Сатурна, могут быть объяснены только при предположении, что они состоят из бесчисленного множества маленьких тел — "стаи кирпичных летучих мышей", каждое из которых независимо от всех остальных и вращается вокруг Сатурна как спутник. Он сравнил их с осадой Севастополя артиллерийской батареей протяженностью тридцать тысяч миль в одном направлении и сто миль в другом, когда выстрелы никогда не прекращаются, а вращаются по кругу радиусом в сто семьдесят тысяч миль. Твердое кольцо таких размеров было бы полностью раздавлено собственным весом, хотя и сделано из самого прочного материала, о котором мы когда-либо знали. Если вращаться с такой скоростью, чтобы уравновесить притяжение планеты в одной части, напряжения в других частях было бы более чем достаточно, чтобы раздавить или разорвать кольцо. Лаплас показал, что узкое кольцо может вращаться вокруг планеты и оставаться устойчивым, если его нагружать так, чтобы центр тяжести находился на значительном расстоянии от ее центра, и подумал, что кольца Сатурна могут состоять из нескольких таких несимметричных колец — теория, которая получила некоторое подтверждение благодаря множеству мелких делений, наблюдаемых в ярких кольцах. Максвелл показал, что для устойчивости масса, необходимая для нагружения каждого из колец Лапласа, должна быть в четыре с половиной раза больше массы остальной части кольца; и тогда система была бы слишком искусственно сбалансирована, чтобы быть устойчивой к воздействию одного кольца на другое. Далее он показал, что в жидких кольцах волны будут возникать в результате взаимного действия колец, и что вскоре некоторые из этих волн обязательно приобретут такую амплитуду, что кольца распадутся на небольшие части.

Наконец, он пришел к выводу, что единственной приемлемой теорией является теория независимых спутников и что *средняя* плотность найденных таким образом колец не может быть намного больше плотности воздуха при обычном давлении и температуре.

Оставаясь в Абердине, Максвелл по вечерам читал рабочим лекции о принципах механики. В целом, сомнительно, было ли общество Абердина таким же благоприятным для него, как общество Кембриджа или Эдинбурга. Похоже, его не понимали даже его коллеги. Однажды он написал:—

Здесь снова начинается веселье.... Здесь не понимают шуток любого рода. Я не готовил его уже два месяца, и если я почувствую, что он приближается, я прикушу язык.

Но у каждого облака есть своя светлая сторона, и, как бы ни относились к Максвеллу его коллеги, он недолго оставался без приятных знакомств. Будучи почетным гостем в доме Директора школы, "в феврале 1858 года он объявил о своей помолвке с Кэтрин Мэри Дьюар, и они поженились в начале июня следующего года". Профессор Кэмпбелл говорит о своей супружеской жизни как о жизни, полной беспримерной преданности, и те, кто имел честь видеть его дома, могли бы более чем одобрить это описание.

В 1860 году Максвелл занял кафедру естественной философии в Королевском колледже Лондона. Здесь он продолжил свои лекции для рабочих и даже продлил их на одно занятие после ухода с кафедры в 1865 году. 17 мая 1861 года он прочитал свою первую лекцию в Королевском институте на тему "Теория трех основных цветов". В этой лекции воплощены многие результаты его работы с цветным верхом и цветовой коробкой, к которым мы сейчас еще вернемся. Во время учебы в Королевском колледже он был включен в Комитет по электрическим стандартам Британской ассоциации, и большая часть работы комитета выполнялась в его лаборатории. Здесь он также сравнил электростатическое отталкивание между двумя латунными дисками с электромагнитным притяжением двух окружающих их витков проволоки, по которым пропускался электрический ток, и получил результат, который впоследствии применил к электромагнитной теории света. Цветовая шкалулка была доведена до совершенства, и его эксперименты по вязкости газов были завершены во время его пребывания в Лондоне. Последние были описаны им в Бакерианской лекции за 1866 год.

После ухода с должности профессора Королевского колледжа Максвелл проводил большую часть своего времени в Гленлере, расширив дом в соответствии с первоначальными планами своего отца. Здесь он завершил свой великий труд "Электричество и магнетизм", а также свою "Теорию теплоты", элементарный учебник, который, можно сказать, не имеет аналогов.

8 марта 1871 года он занял кафедру экспериментальной физики в Кембриджском университете. Эта кафедра была основана в результате предложения герцога Девонширского, ректора университета, построить и оборудовать физическую лабораторию для использования университетом. В этом качестве первой обязанностью Максвелла была подготовка планов для лаборатории. С этой целью он осмотрел лаборатории сэра Уильяма Томсона в Глазго и профессора Клифтона в Оксфорде и постарался воплотить в новом здании лучшие черты обеих. Результатом стало то, что совместно с архитектором У. М. Фосеттом он обеспечил университету лабораторию, благородную по внешнему виду и превосходно приспособленную к целям, для которых она требуется. Первый этаж включает в себя большую аккумуляторную комнату, которая также используется как кладовая для химикатов; мастерскую; комнату для приема

товаров, сообщаемую лифтом с аппаратной; комнату для экспериментов с теплом; балансовые комнаты; комнату для экспериментов с маятником и других исследований, требующих большой стабильности; и магнитную обсерваторию. Последние две комнаты оборудованы каменными подставками для инструментов, установленными на фундаментах, независимых от фундаментов здания, и защищенными от соприкосновения с полом. На втором этаже находится красивый лекционный зал, способный вместить около двухсот студентов. Лекционный стол установлен на стене, которая проходит сквозь пол, не касаясь его, а балки опираются на отдельные кирпичные опоры. Лекционный зал занимает высоту первого и второго этажей; его потолок сделан из дерева, панели которого можно снять, открывая доступ к основаниям крыши, с помощью которых над лекционным столом можно безопасно подвесить груз весом в полтонны и более. Панели потолка, примыкающие к стене, которая находится за спиной лектора, также могут быть легко сняты, и "окно" в этой стене сообщается с большим электротехническим помещением на втором этаже. Доступ к пространству над потолком лекционного зала легко получить с башни. К лекционному залу примыкает подготовительная комната, а сообщаемая с последней аппаратная. В этой комнате стены и центральные шкафы из красного дерева и зеркального стекла, и в настоящее время в ней, помимо наиболее ценных частей аппаратуры, принадлежащей лаборатории, находится мраморный бюст Джеймса Клерка Максвелла, а также множество самодельных приборов и другие реликвии его ранних работ. Остальная часть первого этажа занята личным кабинетом профессора и общей студенческой лабораторией. По всему зданию кирпичные стены были оставлены голыми для удобства крепления планок или полок для хранения инструментов. На втором этаже находится большая комната для электрических экспериментов, темная комната для фотосъемки и несколько отдельных комнат для оригинальных работ. Вода подведена к каждой комнате, включая небольшую комнату на вершине башни, и все окна снабжены широкими каменными выступами снаружи и внутри окна, причем две части находятся в одной горизонтальной плоскости, для поддержки гелиостатов или других инструментов. Здание отапливается горячей водой, но в магнитной обсерватории все трубы медные, а арматура из оружейного металла. Также предусмотрены открытые каминные для розжига в корзинах. Над главным входом в лабораторию установлена каменная статуя нынешнего герцога Девонширского вместе с гербом университета и семьи Кавендиш и девизом Кавендишей "Cavendo Tutus". В 1874 году Максвелл подарил лаборатории все имевшиеся в его распоряжении приборы. Обычно он читал курс лекций о теплоте и строении тел в Михайловский семестр; об электричестве в семестр Великого поста; и об электромагнетизме в пасхальный семестр. Следующий отрывок из его первой лекции, прочитанной в октябре 1871 года, достоин внимания всех изучающих естественные науки:

Наука предстает перед нами в совершенно ином аспекте после того, как мы выяснили, что не только в аудиториях и при электрическом освещении, проецируемом на экран, мы можем наблюдать физические явления, но и находить иллюстрации высочайших научных доктрин в играх и гимнастике, в путешествиях по суше и по воде, в воздушных и морских штормах и везде, где находится в движении материя.

Привычка распознавать принципы среди бесконечного разнообразия их действия никогда не сможет ухудшить наше представление о величии природы или омрачить наше наслаждение ее красотой. Напротив, это имеет тенденцию спасать наши научные идеи от того неопределенного состояния, в котором мы слишком часто оставляем их погребенными среди других продуктов ленивой доверчивости, и поднимать их на надлежащее место среди

доктрин, в которые наша вера настолько прочна, что мы готовы в любое время действовать в соответствии с ними. Эксперименты по иллюстрированию могут быть самого разного рода. Некоторые из них могут быть адаптацией самых обычных операций обычной жизни; другие могут быть тщательно организованными демонстрациями какого-либо явления, которое происходит только при особых условиях. Все они, однако, сходятся в том, что их цель состоит в том, чтобы представить какое-либо явление органам чувств изучающего таким образом, чтобы он мог связать с ним какую-нибудь соответствующую научную идею. Когда он ухватил эту идею, эксперимент, иллюстрирующий ее, достиг своей цели.

С другой стороны, в исследовательском эксперименте это не является главной целью.... Эксперименты этого класса — те, в которых задействованы какие-либо измерения, — являются надлежащей работой физической лаборатории. В каждом эксперименте мы должны сначала познакомить наши органы чувств с феноменом; но мы не должны останавливаться на достигнутом — мы должны выяснить, какие из его характеристик поддаются измерению и какие измерения требуются для того, чтобы дать полную характеристику феномену. Затем мы должны произвести эти измерения и вывести из них результат, который нам требуется найти.

Эта особенность современных экспериментов — то, что они состоят в основном из измерений, — настолько заметна, что, по-видимому, распространилось мнение, что через несколько лет все основные физические постоянные будут приблизительно оценены и что единственное занятие, которое тогда останется людям науки, — перенести эти измерения в другую систему десятичных дробей.

Если это действительно то положение вещей, к которому мы приближаемся, наша лаборатория, возможно, прославится как место добросовестного труда и непревзойденного мастерства; но в университете ей будет не место, и ее скорее следует поставить в один ряд с другими крупными мастерскими нашей страны, где равные способности направлены на более полезные цели.

Но мы не имеем права так думать о неисследимых богатствах творения или о неизведанной плодovitости тех свежих умов, в которые эти богатства будут постоянно вливаться.... История науки показывает, что даже на том этапе ее развития, когда она посвящает себя повышению точности численного измерения величин, с которыми она давно знакома, она готовит материалы для покорения новых регионов, которые остались бы неизвестными, если бы она довольствовалась грубыми методами своих первых пионеров.

Книга Максвелла "Электричество и магнетизм" была опубликована в 1873 году. Вскоре после этого герцог Девонширский передал ему в руки рукописи Кавендиша об электричестве, о которых уже упоминалось. Этому он посвящал большую часть своего свободного времени в течение нескольких лет, и многие эксперименты Кавендиша были повторены в лаборатории самим Максвеллом или под его руководством его учениками. Вводный материал и примечания, содержащиеся в "Электрических исследованиях почтенного Генри Кавендиша, Ф.Р.С.", являются достаточным доказательством количества труда, затраченного им на эту работу. Этот том был опубликован всего за несколько недель до его смерти. Еще одна публикация Максвелла, которая как учебное пособие уникальна и выше всяких похвал, — это небольшая книга "Материя и движение", изданная SPCK

В 1878 году Максвелл, по просьбе вице-канцлера, прочитал лекцию Rede в здании Сената. Его темой был телефон, который как раз в то время привлекал значительное внимание общественности. Это была последняя лекция, которую он когда-либо читал перед большой аудиторией.

Именно во время его пребывания на посту Кембриджской кафедры в один из коттеджей поместья Гленлер ударила молния. Выброс прошел по влажной саже и выбил несколько камней из основания дымохода, очевидно, попав в воду в канаве в нескольких ярдах от него. Коттедж был построен на гранитной скале, и это событие заставило Максвелла задуматься о наилучшем способе защиты от молнии зданий, возведенных на гранитном или других непроводящих фундаментах. Он решил, что правильнее всего было бы положить полоску металла на землю вокруг здания, протянуть другую полоску вдоль коньковой опоры, из которой один или несколько заостренных стержней должны выступать вверх, и соединить эту полоску с той, что на земле, медными полосками, проходящими по каждому углу здания, которое, таким образом, как бы заключено в металлическую клетку.

После непродолжительной болезни Максвелл скончался 5 ноября 1879 года. Его интеллект и память оставались безупречными до конца, а любовь к веселью почти не уменьшилась. Во время своей болезни он часто повторял гимны, особенно некоторые из произведений Джорджа Герберта и начало гимна Ричарда Бакстера

"Господи, это не моя забота".

"Ни один человек никогда не встречал свою смерть более осознанно и более спокойно".

Было заявлено, что Томас Янг выдвинул теорию цветового зрения, которая предполагает, что существуют три отдельных цветовых ощущения, соответствующих красному, зеленому и фиолетовому, каждое из которых имеет свои собственные особые органы, возбуждение которых вызывает восприятие соответствующего цвета, а другие цвета обусловлены возбуждением двух или более из этих простых ощущений в различных пропорциях. Максвелл использовал синий цвет вместо фиолетового для третьего ощущения и показал, что если выбрать конкретный красный, зеленый и синий цвета и поместить их в угловые точки равностороннего треугольника, цвета, образованные путем их смешивания, расположить так, как показано на диаграмме Юнга, то все оттенки спектра будут расположены вдоль сторон этого треугольника, а центр будет нейтрально-серым. Для смешивания цветных огней он сначала использовал цветной верх, но вместо того, чтобы рисовать круги цветными секторами, углы которых нельзя было изменять, он использовал круглые диски из цветной бумаги, разрезанные по одному радиусу. Любое количество таких дисков может быть объединено таким образом, чтобы на каждом был показан сектор вверх, и угол наклона каждого сектора можно изменять по желанию, перемещая соответствующий диск между другими. Максвелл использовал диски двух разных размеров, причем маленькие диски располагались поверх больших на одной оси, так что один набор образовывал центральный круг, а другой - окружающее его кольцо. Он обнаружил, что с дисками пяти разных цветов, из которых один может быть белым, а другой черным, всегда можно комбинировать их так, чтобы внутренний круг и внешнее кольцо точно совпадали. Исходя из этого, он показал, что в глазу могут быть выполнены только три условия, поскольку два условия были необходимы из-за природы волчка, поскольку меньшие сектора должны точно заполнять круг, как и большие. Таким образом, эксперименты Максвелла в целом

подтвердили теорию Юнга. Они показали, однако, что относительная тонкость нескольких цветовых ощущений различна в разных глазах, поскольку расположение, которое обеспечивало точное совпадение в случае одного наблюдателя, должно было быть изменено для другого; но эта разница в тонкости оказалась очень заметной у дальтоников, поскольку в большинстве случаев дальтонизма, исследованных Максвеллом, ощущение красного цвета полностью отсутствовало, так что дальтоникам требовались только два условия, и поэтому совпадение в таких случаях всегда можно было произвести только с четырьмя дисками. С тех пор Холмгрен обнаружил случаи дальтонизма, при которых фиолетовое ощущение отсутствует. Он согласен с Янгом в том, что третье ощущение соответствует фиолетовому, а не синему. Максвелл объяснил тот факт, что люди, не различающие красный цвет, делят цвета на синий и желтый, тем соображением, что, хотя желтый цвет является сложным ощущением, соответствующим смеси красного и зеленого, все же в природе желтые оттенки настолько ярче зеленых, что они возбуждают ощущение зеленого больше, чем сами зеленые объекты, и поэтому такие дальтоники называют зеленый и желтый желтыми, хотя их восприятие желтого цвета на самом деле такое же, как восприятие зеленого нормальными глазами. Позже, с помощью комбинации регулируемых щелей, призм и линз, расположенных в "цветовой коробке", Максвеллу удалось смешивать в любых желаемых пропорциях свет из любых трех частей спектра, так что он мог иметь дело с чистыми спектральными цветами вместо сложных комбинаций разноцветных источников света, создаваемых цветной бумагой. Из этих экспериментов явствует, что ни один луч солнечного спектра не может повлиять только на одно цветовое ощущение, так что в природе нет цветов настолько чистых, чтобы соответствовать чистым простым ощущениям, а цвета, занимающие угловые точки диаграммы Максвелла, влияют на все три цветовых ощущения, хотя на два из них они влияют в гораздо меньшей степени, чем на третье. Определенный цвет в спектре соответствует свету, который, согласно волновой теории, физически состоит из волн одинакового периода, но он может влиять на все три цветовых ощущения нормального глаза, хотя и в разных пропорциях. Таким образом, желтый свет данной длины волны значительно влияет на ощущения красного и зеленого, а синий (или фиолетовый) - незначительно, и тот же эффект могут вызывать различные смеси красного или оранжевого и зеленого. За его исследования восприятия цвета Королевское общество наградило клерка Максвелла медалью Румфорда в 1860 году.

Другим оптическим изобретением Максвелла было колесо жизни, в котором обычные щели были заменены вогнутыми линзами с таким фокусным расстоянием, что изображение на противоположной стороне цилиндра при просмотре через линзу оказывалось в центре и, таким образом, оставалось, по-видимому, неподвижным, пока цилиндр вращался. С тех пор тот же результат был достигнут с помощью другого устройства в праксиноскопе.

Другим оригинальным оптическим прибором был стереоскоп с реальным изображением, в котором две линзы располагались бок о бок на расстоянии, равном половине расстояния между изображениями на стереоскопическом слайде. Эти объективы располагались перед снимками на расстоянии, в два раза превышающем их фокусное расстояние. Затем реальные изображения двух снимков накладывались друг на друга перед линзами на том же расстоянии от них, что и сами снимки, и на эти объединенные изображения смотрели через большую выпуклую линзу.

Большая разница в чувствительности к разным цветам глаз смуглых и светловолосых людей при попадании света на *центральную ямку* привела Максвелла к открытию крайней

чувствительности этой части сетчатки к синему свету. Это он продемонстрировал, посмотрев через бутылку, содержащую раствор хромовых квасцов, когда центральная часть поля зрения на первую секунду или две приобрела светло-красный цвет.

Более важным открытием стало двойное преломление, временно возникающее в вязких жидкостях. Максвелл обнаружил, что некоторое количество канадского бальзама при перемешивании приобретает способность к двойному преломлению, которая сохраняется в течение короткого периода, пока временно вызванное напряжение не исчезнет.

Но исследования Максвелла в области оптики следует рассматривать как его игру; его настоящая работа лежала в областях электричества и молекулярной физики.

В 1738 году Даниэль Бернулли опубликовал объяснение атмосферного давления, основанное на гипотезе о том, что воздух состоит из множества мельчайших частиц, движущихся во всех направлениях и ударяющихся о любую поверхность, подвергающуюся их воздействию. В 1847 году Херапат объяснил диффузию газов, исходя из гипотезы, что они состоят из совершенно твердых молекул, сталкивающихся друг с другом и с поверхностями, подверженными их воздействию, и указал на связь между их движением и температурой и давлением газа. Нынешним состоянием молекулярной теории газов и молекулярной науки в целом мы почти полностью обязаны работам Джоуля, Клаузиуса, Больцмана и Максвелла. Максвеллу принадлежит общий метод решения всех проблем, связанных с огромным количеством индивидов, — метод, который он назвал статистическим методом и который состоит, в первую очередь, в разделении индивидов на группы, каждая из которых выполняет определенное условие, но не обращает внимания на историю любого индивида, который может переходить из одной группы в другую любым способом и так часто, как ему заблагорассудится, не привлекая внимания. Максвелл был первым, кто оценил среднее расстояние, через которое проходит частица газа, не сталкиваясь с другой частицей. Он обнаружил, что в случае водорода при стандартном давлении и температуре оно составляет около $1/250000$ дюйма; для воздуха — около $1/389000$ дюйма. Эти результаты он вывел из своих экспериментов по вязкости и дал полное объяснение вязкости газов, показав, что она обусловлена "диффузией импульса", сопровождающей диффузию материальных частиц между проходящими потоками газа.

Одна часть теории электричества была значительно развита Кавендишем; применение математики к теории притяжения, а следовательно, и к теории электричества, было доведено до высокой степени совершенства Лапласом, Лагранжем, Пуассоном, Грином и другими. Фарадей, однако, не мог удовлетвориться математической теорией, основанной на прямом воздействии на расстоянии, и он, как мы видели, наполнил пространство силовыми трубками, переходящими от одного тела к другому всякий раз, когда между ними возникало какое-либо электрическое взаимодействие. Математики с подозрением относились к этим концепциям Фарадея. Сэр Уильям Томсон был первым, кто отнесся к ним с благосклонностью; и в 1846 году он показал, что электростатическую силу можно рассматривать математически так же, как поток тепла; так что, во всяком случае, существуют два метода, с помощью которых можно вывести фундаментальные формулы электростатики. Но именно Максвеллу математики обязаны полным изложением взглядов Фарадея на их родном языке, и это было дано в статье, в которой явления электростатики были выведены как результаты напряжения в среде, которая, как предположил Ньютон и как полагал Фарадей, вполне могла быть той же средой, которая служит для распространения света; и было показано, что "силовые линии" соответствуют фактическому

состоянию среды при электрическом напряжении. Максвелл, фактически, показал, что линии Фарадея не только образуют согласованную систему, которая выдержала бы самый строгий математический анализ, но и представляют собой нечто большее, чем обычная система, и могут соответствовать состоянию напряжения, реально существующему в среде, через которую они проходили, и что натяжение вдоль этих линий, сопровождаемое равным давлением во всех направлениях под прямым углом к ним, будет соответствовать равновесию среды и объяснять, исходя из механических принципов, наблюдаемые явления. Большую часть этой работы он выполнил, будучи студентом Кембриджа. Он также показал, что концепции Фарадея в равной степени применимы к случаю электромагнетизма и что все законы индукции токов могут быть кратко выражены на языке Фарадея. Определяя положительное направление в цепи, по которой течет ток, как направление, в котором будет продвигаться правосторонний винт, вращаясь вместе с током, и положительное направление вокруг провода, по которому будет проходить ток, как направление, в котором будет вращаться правосторонний винт, продвигаясь вместе с током, Максвелл указал, что силовые магнитные линии, обусловленные электрическим током, всегда проходят вокруг него или через его цепь в положительном направлении, и что, *всякий раз, когда количество силовых магнитных линий, проходящих через замкнутую цепь, изменяется, вокруг цепи возникает электродвижущая сила, представленная скоростью уменьшения от количества силовых линий, которые проходят через цепь в положительном направлении.*

Слова, выделенные курсивом, образуют полное изложение законов, регулирующих выработку токов за счет движения магнитов или других токов, или за счет изменения других токов по соседству. Максвелл также показал, что электротоническое состояние Фарадея, от изменения которого зависят индуцированные токи, полностью соответствует числу магнитных силовых линий, проходящих через цепь.

Он также показал, что, когда проводник, по которому проходит ток, может свободно перемещаться в магнитном поле, или магниты могут свободно перемещаться поблизости от такого проводника, *система примет такое состояние, при котором максимально возможное количество силовых магнитных линий проходит через цепь в положительном направлении.*

Но Максвелл не удовлетворился показом того, что концепции Фарадея были последовательными и имели свои математические эквиваленты, — он продолжил указывать, как можно представить себе медиума, устроенного таким образом, чтобы быть способным выполнять все различные обязанности, которые, таким образом, были возложены на него. Предполагая, что среда состоит из сферических или почти сферических ячеек и что при передаче магнитной силы эти ячейки заставляются вращаться вокруг диаметров, совпадающих по направлению с силовыми линиями, натяжение вдоль этих линий и давление под прямым углом к ним объясняются тенденцией вращающейся упругой сферы сжиматься вдоль своей полярной оси и расширяться по экватору, образуя сплюснутый сфероид. Предположив, что между вращающимися ячейками существуют мельчайшие сферические частицы, движение одной из них может передаваться в том же направлении следующей, и можно предположить, что эти частицы образуют электричество и катятся как совершенно шероховатые тела по контактирующим с ними ячейкам. Далее Максвелл предположил, что вращающиеся ячейки и, следовательно, *тем более электрические частицы* чрезвычайно малы по сравнению с молекулами вещества; и что в проводниках электрические частицы могут переходить от молекулы к молекуле, хотя и противодействуют трению, но что в изоляторах такой перенос

невозможен. После этого оборудование было завершено. Если заставить электрические частицы течь по проводнику в одном направлении, проходя между ячейками, или *молекулярными вихрями*, они заставляли их вращаться, и вращение передавалось от ячейки к ячейке расширяющимися кругами электрическими частицами, действующими между ними как холостые колеса. Таким образом, были созданы кольца магнитной силы, которые окружали ток и сохранялись до тех пор, пока продолжался ток. Если бы была предпринята попытка переместить электрические частицы в диэлектрике, они перемещались бы только внутри вещества каждой молекулы, а не от молекулы к молекуле, и, таким образом, клетки были бы деформированы, хотя непрерывного движения не получилось бы. Деформация ячеек будет связана с упругим напряжением в среде. Опять же, если бы поток электрических частиц был запущен в движение, и если бы поблизости был другой поток частиц, который мог свободно течь, хотя и встречал сопротивление трения, эти частицы, вместо того чтобы сразу передавать вращательное движение ячеек с одной стороны от них ячейкам с другой стороны, сначала, из-за инерции ячеек, начали бы двигаться сами с поступательным движением, противоположным движению первичного тока, и движение было бы лишь постепенно разрушено сопротивлением трения, а молекулярные вихри с другой стороны были бы вынуждены вращаться со своей полной скоростью. Аналогичный эффект, но в противоположном направлении, имел бы место, если бы первичный ток прекратился, причем вихри не останавливались бы все сразу, если бы существовала какая-либо возможность продолжения их движения. Таким образом, воображаемая среда служит для создания индуцированных токов.

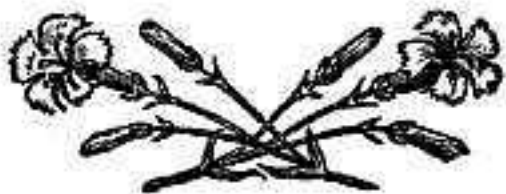
Механические силы между токами и магнитами, а также между токами и токами, а также между магнитами и токами объяснялись натяжением и давлением, создаваемыми молекулярными вихрями. Когда токи текут в одном направлении в соседних проводниках, вихри в пространстве между ними движутся в противоположных направлениях под действием двух токов и остаются почти неподвижными; боковое давление, оказываемое токами снаружи проводников, таким образом, несбалансировано, и проводники прижимаются друг к другу, как если бы они притягивали друг друга. Когда токи текут в противоположных направлениях в параллельных проводниках, они сговариваются, чтобы придать большую скорость вихрям в пространстве между ними, чем тем, которые находятся вне их, и, таким образом, раздвигаются давлением из-за вращения вихрей, как если бы они отталкивали друг друга. Аналогичным образом можно объяснить действие магнитов на проводники, передающие токи. Движение проводника поперек ряда силовых магнитных линий может сжать вместе и удлинить нити вихрей спереди и, таким образом, увеличить скорость их вращения, в то время как вихри сзади будут двигаться медленнее, поскольку им позволено сжиматься в осевом направлении и расширяться в поперечном направлении. Таким образом, поскольку скорость вихрей на одной стороне провода больше, чем на другой, в проводе должен быть наведен ток. Таким образом, можно учесть ток, индуцируемый движением проводника в магнитном поле.

Эта концепция среды была дана Максвеллом не как теория, а для того, чтобы показать, что можно изобрести *механизм*, способный, по крайней мере в воображении, производить все явления электричества и магнетизма. "Согласно нашей теории, частицы, которые образуют перегородки между ячейками, составляют электрическую материю. Движение этих частиц представляет собой электрический ток; касательная сила, с которой частицы прижимаются материей клеток, является электродвижущей силой; а давление частиц друг на друга соответствует напряжению или потенциалу электричества".

Когда в проводе поддерживается ток, молекулярные вихри в окружающем пространстве поддерживаются в равномерном движении; но если попытаться остановить ток, поскольку это потребовало бы остановки вихрей, ясно, что это не может произойти внезапно, но энергия вихрей должна быть каким-то образом израсходована. По той же причине ток невозможно внезапно запустить с помощью конечной силы. Таким образом, явления самоиндукции объясняются предполагаемой средой.

Магнитную проницаемость среды Максвелл отождествил с плотностью вещества, из которого состоят вращающиеся ячейки, а удельную индуктивную способность он показал обратно пропорциональной ее эластичности. Затем он доказал, что отношение электромагнитной единицы к электростатической единице должно быть равно скорости передачи поперечных колебаний в среде и, следовательно, пропорционально квадратному корню из упругости и обратно пропорционально квадратному корню из плотности. Если среда такая же, как та, в которой распространяется свет, то это отношение должно быть равно скорости света, и, более того, в немагнитных средах показатель преломления должен быть пропорционален квадратному корню из удельной индуктивной способности. Различные измерения, которые были сделаны для соотношения электрических единиц, дали среднее значение, почти совпадающее с лучшими определениями скорости света, и, таким образом, истина, лежащая в основе предположений Максвелла, была поразительно подтверждена, поскольку скорость света определялась чисто электрическими измерениями. Также в случае тел, химическая структура которых не была очень сложной, было обнаружено, что показатель преломления довольно хорошо согласуется с квадратным корнем из удельной индуктивной способности; но явление "остаточного заряда" сделало точное измерение последней величины делом больших трудностей. Таким образом, представляется весьма вероятным, что свет является электромагнитным возмущением, вызванным движением электрических частиц в изолирующей среде, создающим напряжение в среде, которое распространяется от частицы к частице на неопределенное расстояние. В случае проводника электрические частицы, перемещенные таким образом, будут переходить от молекулы к молекуле, преодолевая сопротивление трения, и, таким образом, рассеивать энергию возмущения, так что настоящие (*т.е.* металлические) проводники должны быть почти непроницаемыми для света; и это также согласуется с опытом.

Таким образом, Максвелл представил полную теорию электрического и электромагнитного воздействия, в которой все эффекты обусловлены действиями, распространяющимися в среде, а прямое воздействие на расстоянии исключается, и успешно подвергнул свою теорию самым суровым испытаниям. В своем великом труде по электричеству и магнетизму он дает математическую теорию всех вышеперечисленных действий, не посвящая себя, однако, какой-либо конкретной форме механизма для представления строения среды. "Эта часть этой книги, - говорит профессор Тейт, - является одним из самых великолепных памятников, когда-либо воздвигнутых гением одного человека.... Кажется, больше нет возможности сомневаться в том, что Максвелл сделал первый грандиозный шаг к открытию истинной природы электрических явлений. Если бы он не сделал ничего, кроме этого, его слава была бы обеспечена на все времена. Но, как это ни поразительно, это составляет лишь малую часть содержания этого замечательного произведения".



ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОТКРЫТИЙ ФАРАДЕЯ И ПРИНЦИП ЭНЕРГИИ.

В давние времена *дух янтаря*, пробуждаемый трением, выходил наружу и брал к себе такие легкие предметы, какие мог легко поднять. Позже и дух уступил место *электрическому потоку*, который исходил из возбужденного, или заряженного, тела в окружающее пространство. Еще позже жидкость или две жидкости, действующие непосредственно на саму себя, или на материю, или друг на друга, через промежуточное пространство без помощи промежуточного механизма, заняли место электрического потока — шаг, который сам по себе, возможно, вряд ли можно было назвать прогрессом. Затем пришло время для точного измерения. Простое *наблюдение* за явлениями и результатами эксперимента должно быть первым шагом в науке, и его важность невозможно переоценить; но прежде чем можно будет сказать, что какая-либо величина известна, мы должны научиться *измерять* ее и воспроизводить в определенных количествах. Вскоре последовал великий закон электрического действия, такой же, как и закон тяготения, — закон обратных квадратов, а также связанный с ним факт, что электризация проводника происходит полностью на его поверхности, и только в слое, толщина которого слишком мала, чтобы ее можно было обнаружить. Таким образом, были установлены фундаментальные законы электричества, и не было предела применению математических методов к проблемам науки, и в руках французских математиков теория быстро развивалась. Джордж Грин из Снейнтон, Ноттингем, ввел термин "потенциал" в эссе, опубликованном по подписке в Ноттингеме в 1828 году, и ему мы обязаны некоторыми из наших самых мощных аналитических методов работы с этим предметом; но его работа оставалась неоцененной и почти неизвестной до тех пор, пока многие из его теорем не были открыты заново. Но идея тела, действующего там, где его нет, и без какого-либо мыслимого механизма, связывающего его с тем, на что оно воздействует, вызывает отвращение у большинства умов; и, как бы хорошо такая теория ни поддавалась математической обработке, а ее следствия не подтверждались экспериментом, мы все равно чувствуем, что не решили проблему, пока не проследим скрытый

механизм. За дерганьем за веревочку колокольчика следует звон далекого колокола, но молодой философ не удовлетворяется таким знанием, он должен узнать, "в чем особый смысл этого". Это универсальное стремление нашло своего выразителя в Фарадее, чье воображение рисовало "линии" или "силовые трубки", соединяющие каждое тело со всеми другими телами, на которые оно воздействует. По его мнению, эти линии или трубки имели такое же реальное существование, как и колокольная проволока, и были гораздо лучше приспособлены для своих особых целей. Максвелл, как мы видели, не только показал, что система Фарадея допускала ту же строгую математическую обработку, что и более старая теория, и также выдержала проверку, но и придал реальность взглядам Фарадея, изобразив механизм, способный выполнять все, что Фарадей от него требовал, а также передавать свет. Таким образом, проблема электрических, магнитных и электромагнитных воздействий была сведена к проблеме деформаций и напряжений в среде, строение которой рисовалось воображению. Если бы эта теория была подтверждена, мы могли бы сказать, что знаем об этих действиях по меньшей мере столько же, сколько о передаче давления или натяжения через твердое тело.

Что касается *природы* электричества, следует признать, что наши знания в основном негативны; но, прежде чем сожалеть об этом, стоит поинтересоваться, что мы имеем в виду, говоря, что мы знаем, что такое вещь. Определение описывает вещь в терминах других вещей, более простых или более знакомых нам, чем она сама. Если, например, мы говорим, что тепло - это форма энергии, мы сразу понимаем ее связь с материей и движением и довольны; мы описали состав тепла в терминах более простых вещей, которые нам более знакомы и природу которых, как мы *думаем* мы знаем. Но если мы спросим, что такое *материя*, мы не сможем определить ее в терминах чего-либо более простого, чем она сама, и можем только полагаться на ежедневный опыт, который все больше и больше учит нас ее свойствам; если, конечно, мы не примем теорию вихревых атомов Томсона и Гельмгольца. Эта теория, которая недавно была значительно расширена профессором Дж. Дж. Томсоном, нынешним руководителем кафедры клерка Максвелла в Кембриджском университете, предполагает существование совершенной жидкости, заполняющей все пространство, в которой мельчайшие водовороты, которые в совершенной жидкости могут быть созданы или уничтожены только сверхчеловеческим усилием, образуют материальные атомы. Это *атомы*, то есть они не поддаются никаким попыткам разъединить их не потому, что они бесконечно твердые, а потому, что обладают бесконечной способностью *извиваться*, таким образом, избегают прямого контакта с любыми другими атомами, которые попадают им на пути. Возможно, в будущем будет разработана теория электричества, согласующаяся с этой теорией материи; но, оставляя в стороне эти теории, мы, возможно, можем сказать, что знаем об электричестве столько же, сколько и о материи; ибо, хотя мы знакомы со многими свойствами каждого из них, мы *ничего* не знаем об окончательной природе ни того, ни другого.

Но в то время как теория электричества едва ли продвинулась дальше той точки, на которой она была оставлена клерком Максвеллом, практическое применение этой науки претерпело значительные изменения в последние годы. Менее века назад громоотвод был единственным практическим результатом электрических исследований, о котором можно было сказать, что он имеет какую-либо реальную ценность. Открытие Эрстедом в 1820 году действия тока на магнит привело в руках Уитстона, Кука и других к разработке электрического телеграфа. Использование сэром Уильямом Томсоном луча света, отраженного от крошечного зеркала, прикрепленного к магниту гальванометра, позволило считывать сигналы при наличии только чрезвычайно слабых токов и, таким образом, сделало возможной подводную телеграфию на очень большие

расстояния. Открытие Араго и Дэви, что электрический ток, протекающий в катушке, окружающей железный стержень, преобразует этот стержень в магнит, сразу сделало возможным множество изобретений, посредством которых электрический ток можно было использовать для совершения небольших возвратно-поступательных движений или даже непрерывного вращения, когда не требовалось много энергии, на расстоянии от батареи. Иллюстрацию первого можно найти в обычном электрическом звонке; необходимо только, чтобы вибрирующий якорь составлял часть цепи электромагнита и был устроен таким образом, чтобы, удерживаемый пружиной на расстоянии от магнита, он замыкал цепь батареи, но разрывал соединение, как только перемещался к магниту под действием магнитного притяжения. Чтобы обеспечить непрерывное вращение, к маховику может быть прикреплено несколько железных стержней, которые проходят очень близко к полюсам магнита, не касаясь их; когда стержень находится рядом с магнитом и приближается к нему, контакт в цепи должен быть установлен, но должен быть разорван, чтобы магнит мог потерять свою мощность, как только стержень пройдет полюса; или непрерывное вращение может быть произведено колеблющимся якорем с помощью любого из механических приспособлений, обычно используемых для преобразования возвратно-поступательного движения в непрерывное круговое движение. Но все такие двигатели чрезвычайно расточительны в расходовании энергии. Открытие Фарадеем вращения проволоки вокруг магнитного полюса заложило основу для создания большого разнообразия электродвигателей, эффективность некоторых из которых достигла очень высокого уровня. Около десяти лет назад клерк Максвелл сказал, что величайшим открытием последнего времени стала "обратимость" машины Грамма, то есть возможность заставить якорь вращаться между магнитами возбуждения путем пропускания тока через катушки. Современные электродвигатели по принципам своей конструкции мало чем отличаются от динамо-машин. Медный диск, вращающийся между полюсами магнита, в то время как электрический ток направлялся от центра к окружности, или *наоборот*, образовывал простейший электромотор. Все более поздние двигатели являются просто модификациями этого двигателя, разработанными для повышения эффективности или мощности машины. Аналогичным образом, самой ранней машиной для производства электрического тока только за счет механической энергии, но с помощью постоянного магнита, был вращающийся диск Фарадея, описанный на странице 262. Это изобретение, однако, привело к пустой трате почти всей используемой энергии, поскольку, хотя в той части диска, которая проходила между полюсами магнита, имелась электродвижущая сила от центра к окружности или в обратном направлении, генерируемый таким образом ток быстрее всего возвращался через другие части диска и очень мало проходил через гальванометр или другую внешнюю цепь. От этого источника отходов можно было бы, по большей части, избавиться, разрезав диск на несколько отдельных лучей, или спиц, и заполнив промежутки между ними изоляционным материалом. Ток, генерируемый тогда в диске, был бы вынужден замкнуть свою цепь по внешнему проводнику. Если мы сможем организовать дело таким образом, чтобы использовать сразу несколько витков непрерывной проволоки вместо одного плеча, или луча, медного диска, мы сможем соответствующим образом умножить электродвижущую силу, создаваемую данной скоростью вращения. Все магнитоэлектрические генераторы - это просто приспособления для работы с этим объектом. Железные сердечники, часто используемые в катушках якоря, имеют тенденцию концентрировать силовые линии магнита, в результате чего через катушки в определенных положениях проходит большее их количество, чем проходило бы через них, если бы не присутствовало железо. Электродвижущая сила такого генератора зависит от напряженности магнитного поля, длины проволоки, используемой для перерезания силовых

линий, и скорости, с которой проволока перемещается по этим линиям. При изготовлении якоря необходимо стремиться к тому, чтобы сопротивление было как можно меньшим и соответствовало требуемому электродвижущему усилию. Поскольку напряженность магнитного поля ограничена, из этого следует, что при сильных токах, когда необходимо использовать толстый провод, генератор должен быть изготовлен больших размеров или якорь должен приводиться в движение с очень высокой скоростью, чтобы можно было использовать провод меньшей длины.

Так называемый "принцип сложных процентов", согласно которому очень небольшой заряд электричества может быть использован для выработки очень большого заряда с помощью механической энергии, был впервые применен около столетия назад во вращающемся удвоителе. Много лет спустя сэр Уильям Томсон воспользовался тем же принципом при постройке "мышинной мельницы", или пополнителя запасов. Машина Хольца, машины Восса и Уимшерста, а также другие индукционные машины того же класса - все работают по этому принципу. Это можно проиллюстрировать следующим образом: возьмите две канистры, назовите их А и В, и поместите их на стеклянные подставки. Пусть А получит очень небольшой положительный заряд, а В останется незаряженным. Теперь возьмите латунный шарик, поддерживаемый шелковой нитью. Поместите его внутрь А и дайте ему коснуться внутренней поверхности. Шарик, как показали Франклин, Кавендиш и Фарадей, останется незаряженным. Теперь поднесите его к верхней части контейнера и, находясь там, дотроньтесь до него. Шар станет отрицательно наэлектризованным, потому что небольшой положительный заряд в А притянет отрицательное электричество из земли в шар. Возьмите шарик с отрицательным зарядом, все еще висящий на шелковой нити, и опустите его в В, пока он не коснется дна. Он отдаст весь свой заряд В, который, таким образом, приобретет небольшой отрицательный заряд. Поднимайте шар, пока он не окажется рядом с вершиной В, а затем коснитесь его пальцем или металлическим стержнем. Он получит положительный заряд от земли из-за притяжения отрицательного заряда к В. Теперь уберите шар и дайте ему снова коснуться внутренней части А. Он отдаст весь свой заряд А; и затем, повторяя весь цикл операций, заряд, переносимый на шар, будет больше, чем раньше, и увеличиваться с каждой последующей операцией, причем электризация увеличивается в геометрической прогрессии, подобно сложным процентам. Таким образом, лейденская банка, имеющая одно покрытие, соединенное с А, а другое - с В, со временем может сильно заряжаться. Вместо одного можно использовать пару несущих шариков или пластин или несколько пар. Опоры непосредственно перед выездом из А и В могут быть приведены в контакт друг с другом вместо того, чтобы быть опущенными на землю; они могут быть установлены на вращающемся валу, а формы А и В изменены таким образом, чтобы допускать вращение опор, и все необходимые контакты могут осуществляться автоматически. Таким образом, мы получаем различные формы непрерывного электрофоруса, и если носители установлены на стеклянных пластинах, а ряды наконечников расположены рядом с пружинами или щетками, используемыми для создания контактов, когда заряды на носителях становятся очень сильными, электричество будет излучаться от наконечников на вращающиеся стеклянные пластины, которые, таким образом, сами заменят металлические носители. Таково действие в Voss и других подобных машинах.

Но после того, как Фарадей показал, как сконструировать магнитоэлектрическую машину, идея применения "принципа сложных процентов" и, таким образом, преобразования магнитоэлектрической машины в "динамо-машину", по-видимому, одновременно и независимо пришла в голову Сименсу, Варли и Уитстоуну. Первая динамо-машина, сконструированная

Уитстоуном, до сих пор находится в музее Королевского колледжа в Лондоне. Уайльд использовал магнитоэлектрическую машину для выработки тока, который использовался для возбуждения электромагнита аналогичной, но более крупной машины, имеющей электромагнит вместо постоянного стального магнита. Электромагнит можно было бы сделать намного больше и прочнее стального магнита, и от его якоря, приводимого во вращение силой пара, можно было бы поддерживать соответственно более сильный ток. Идея, пришедшая в голову Сименсу, Варли и Уитстоуну, заключалась в том, чтобы использовать весь или часть тока, вырабатываемого якорем, для возбуждения его собственного электромагнита и, таким образом, отказаться от магнитоэлектрической машины, которая служила отдельным возбудителем. Когда таким образом используется только часть тока и полностью выделяется для этой работы, машина представляет собой "шунтирующую динамо-машину"; когда весь ток проходит через катушки возбуждающего магнита, а также по внешней цепи, это "последовательная динамо-машина". Очевидная трудность заключается в запуске тока, но масса железа, однажды намагниченная, всегда сохраняет определенное количество "остаточного магнетизма", если только не будут приняты специальные меры для его устранения, и даже тогда земной магнетизм обычно вызывает в железе достаточное количество для начала действия. Начиная, затем, с небольшого следа остаточного магнетизма, вращение якоря генерирует слабый ток, который, проходя по магнитным катушкам, усиливает магнетизм, после чего генерируется более сильный ток, который, в свою очередь, делает магнит еще сильнее, и так далее, пока магнит не насытится или не будет достигнут предел мощности двигателя и скорость не начнет уменьшаться, или не будет достигнуто состояние, при котором увеличенный ток в якоре повреждает магнитное поле настолько, насколько соответствующее увеличение магнитных катушек усиливает его, и тогда дальнейшее увеличение тока прекращается. будет происходить без увеличения скорости вращения. В настоящей динамо-машине вся энергия, как тока, так и электромагнитов, получается из источника энергии, используемого для приведения в действие машины.

Но открытие Фарадеем электромагнитной индукции привело к практическим разработкам в других направлениях. Грэм Белл поместил тонкий железный диск перед полюсом стержневого магнита и намотал катушку тонкой проволоки на стержень очень близко к полюсу. Концы катушек двух таких инструментов он соединил вместе. Когда железный диск одного инструмента приближался к полюсу магнита, силовые линии нарушались, меньшее количество выходило радиально из стержня и большее покидало его на конце, так что направлялось прямо к железному диску; таким образом, количество силовых линий, проходящих через катушку, изменялось, и индуцировался ток, который, проходя вокруг катушки другого инструмента, усиливал или ослаблял его магнит и заставлял железный диск приближаться к нему или удаляться от него, в зависимости от способа соединения катушек. Таким образом, движения первого диска были точно повторены вторым, а мельчайшие вибрации, создаваемые на диске звуковыми волнами, были точно повторены вторым инструментом. Это был телефон Грэма Белла, в котором передатчик и приемник были трансформируемыми.

Но другое и более раннее применение открытий Фарадея можно найти в индукционной катушке. Короткий отрезок толстой проволоки и очень большой отрезок тонкой проволоки наматываются на железный прут. Концы длинного тонкого провода, или вторичной катушки, образуют клеммы машины; короткий толстый провод, или первичная катушка, соединен с батареей, но в цепь встроены "прерыватель". Обычно это небольшой кусок железа или молоток, установленный на стальной пружине напротив одного конца железного сердечника, пружина

прижимает молоток обратно к винту, конец которого, как и задняя часть молотка, покрыт платиной; и этот контакт замыкает цепь аккумулятора. Когда начинается подача тока, железный сердечник становится магнитом, притягивает молоток, разрывает контакт, прекращает ток, магнетизм угасает, пружина отталкивает молоток назад, и затем цикл событий повторяется. Нозапуск тока в первичной обмотке приводит к тому, что огромное количество силовых линий магнитного поля проходит через каждый из многих тысяч витков провода во вторичной обмотке, тем более что железный сердечник проводит большую часть силовых линий каждого витка первичной обмотки почти от конца к концу катушки и, таким образом, почти через все витки вторичной обмотки. Это действие может быть дополнительно усилено путем соединения концов железного сердечника с железной трубкой или рядом продольных стержней, размещенных снаружи всей катушки. Когда первичный ток прекращается, все эти силовые линии исчезают. Таким образом, во время включения тока в первичной обмотке, которое из-за самоиндукции занимает значительное время, во вторичной обмотке будет обратный ток, пропорциональный скорости увеличения первичной обмотки; и пока первичная обмотка гаснет, во вторичной обмотке будет постоянный ток, пропорциональный скорости его уменьшения. Первичный ток не может быть увеличен быстрее, чем соответствует мощности аккумулятора, но при очень резком отключении он может быть очень быстро остановлен. Тем не менее, как бы быстро ни разрывалась цепь, самоиндукция заставляет искру пролетать через зазор до тех пор, пока энергия тока не будет израсходована. Введение конденсатора, состоящего из нескольких листов фольги, изолированных бумагой, пропитанной парафином, и соединенных попеременно то с одним, то с другим концом первичной катушки, служит для увеличения скорости затухания тока в первичной обмотке за счет быстрого использования его энергии при зарядке конденсатора и приводит к соответствующему уменьшению искры на контактом выключателе. Это быстрое разрушение первичного тока вызывает соответственно большую электродвижущую силу во вторичной обмотке, и, таким образом, при отключении первичного тока между выводами вторичной обмотки образуются очень длинные искры, хотя при включении первичного тока таких искр не образуется. Если вторичную катушку соединить с гальванометром так, чтобы повсюду была металлическая цепь, то обнаружится, что в одном направлении по цепи при разрыве первичной обмотки протекает столько же электричества, сколько и в другом направлении при включении, с той разницей, что первый представляет собой очень сильный ток большой электродвижущей силы, но длится очень короткое время, а второй - более слабый ток, длящийся соответственно дольше.

Но хотя недавние достижения в области электротехники были очень велики, величайшим триумфом этого столетия является установление принципа сохранения энергии, который навсегда разрешил проблему "вечного двигателя", показав, что у нее нет решения. Эта проблема заключалась не просто в том, чтобы найти механизм, который должен был бы постоянно двигаться, но такой, из которого можно было бы непрерывно извлекать энергию для выполнения внешней работы — фактически, двигатель, который не требовал бы топлива. Но, несмотря на все, что было доказано, ежегодно выдается множество патентов на изобретения для достижения этой цели.

Мы видели, как Румфорд показал, что тепло - это движение, и как он приблизительно определил его механический эквивалент. Сеген, племянник Монгольфье, попытался показать, что при работе паровой машины в конденсатор поступает меньше тепла, чем при холостом прогоне того же количества пара через двигатель. Это ему удалось показать, доказав тем самым, что тепло действительно расходовалось при выполнении работы. Майер из Хайльбронна измерил работу, сделанную при сжатии воздуха, и тепло, выделяемое при сжатии, и предположил, что вся работа, сделанная при сжатии, и не более, была преобразована в выделяемое тепло, что было то же самое, что предположить, что не было сделано никакой работы по изменению положения частиц газа. Из этих измерений он вывел значение механического эквивалента тепла. Предположение, которое сделал Майер, было экспериментально показано Джоулем как почти правильное. Джоуль доказал, что, когда воздух расширяется от высокого давления до вакуума, в целом тепло не выделяется и не поглощается. Это он сделал, сжимая воздух в железной бутылке, которая была соединена с другой бутылкой, из которой был выпущен воздух, причем соединительная трубка была закрыта запорным краном. Весь аппарат погрузили в ванну с водой, и, позволив воздуху перейти из одного сосуда в другой, а затем перемешав воду, оказалось, что температура осталась такой же, как и раньше. Когда железные бутылки находились в отдельных ваннах с водой, та, из которой поступал воздух, охлаждалась, а та, в которую он поступал, нагревалась до одинаковой степени. Впоследствии Джоуль и Томсон показали, что в этом эксперименте поглощается очень небольшое количество тепла. Джоуль также показал, что тепло, выделяемое в цепи аккумулятора, пропорционально произведению электродвижущей силы и тока или произведению сопротивления на квадрат тока, что, в силу закона Ома, одно и то же. Это соотношение часто известно как закон Джоуля. Он также доказал, что при одинаковом количестве химических воздействий в батарее выделяемое тепло было одинаковым, независимо от того, было ли оно полностью выделено внутри батареи или частично в батарее, а частично во внешнем проводе; и что в последнем случае, если провод нагревался настолько, что излучал свет, измеренное количество тепла было меньше, чем раньше, из-за энергии, излучаемой в виде света. С помощью магнитоэлектрической машины он использовал механическую энергию для производства тока, а энергию тока преобразовывал в тепло. Во всех случаях он обнаружил, что, *каким бы преобразованием ни подвергалась энергия в процессе своего превращения, определенное количество механической энергии, если она полностью преобразуется в тепло, всегда производит одно и то же количество тепла*; и тем самым он доказал не только то, что тепло по своей сути является движением, но и то, что оно точно соответствует той конкретной динамической величине, которая называется энергией; и таким образом оправдал попытку найти соотношение между теплом и энергией или выразить механический эквивалент тепла в стольких-то фут-фунтах.

Затем Джоуль приступил к работе, чтобы наиболее точным из возможных способов определить количество фут-фунтов работы, которое, будучи полностью преобразовано в тепло, подняло бы один фунт воды на 1 ° по Фаренгейту. Наиболее известным из его экспериментов является тот, в котором он заставлял лопатку вращаться с помощью падающего груза и таким образом взбивать количество воды, содержащееся в цилиндрическом сосуде, причем вращению воды препятствовали неподвижные лопатки. В этих экспериментах он учитывал работу, выполняемую вне сосуда с водой или калориметра, плавучесть воздуха при опускании груза и энергию, все еще сохраняемую грузом при ударе о пол. Из полученных результатов он вывел 772 фут-фунта в качестве механического эквивалента тепла. Выраженный по шкале Цельсия эквивалент

Джоуля, то есть количество фут-фунтов работы на широте Манчестера, которое при полном преобразовании в тепло поднимет один фунт воды на 1°C , равен 1390.

Эксперименты Джоуля показывают, что одно и то же количество энергии всегда соответствует одному и тому же количеству тепла и может быть преобразовано в него, и что никакие преобразования, электрические или другие, никогда не смогут увеличить или уменьшить это количество. Максвелл выразил этот принцип следующим образом:—

Энергия системы - это величина, которая не может быть ни увеличена, ни уменьшена никакими действиями, происходящими между частями системы, хотя она может быть преобразована в любую из форм, к которым восприимчива энергия.

Это великий принцип сохранения энергии, который в равной степени применим ко всем отраслям науки.

Другим принципом, почти столь же общим в своей применимости, является принцип рассеивания энергии, которым мы обязаны в первую очередь сэру Уильяму Томсону. Все формы энергии могут быть преобразованы в тепло, а тепло имеет тенденцию таким образом распространяться по всем телам, чтобы привести их к одной равномерной температуре. Это его предельное состояние деградации, и из этого состояния никакие методы, с которыми мы знакомы, не могут вывести какую-либо его часть. Когда энергия имеется только у системы в результате относительного положения и движения тел, которые мы можем обрабатывать, и чье поведение мы можем контролировать, вся энергия может быть использована в выполнении какой-либо работы нам пожалуйста, в самом деле, это все *доступно* на нашем назначении, или их *доступность* может быть сказал, чтобы быть совершенным. Доступность энергии в любой другой форме ограничена условиями, в которые мы можем ее поместить. Например, энергия химического воздействия в батарее может быть использована для выработки тока, а это для приведения в действие двигателя, с помощью которого осуществляется механическая работа, но часть энергии неизбежно должна быть преобразована в форму тепла из-за сопротивления батареи и проводника, и эта часть будет увеличиваться по мере увеличения скорости выполнения работы. Отношение количества энергии, которое может быть использовано для механических целей имеющимися в нашем распоряжении средствами, ко всему имеющемуся количеству называется *доступностью* энергии. Все формы энергии могут быть полностью преобразованы в тепло, но только часть любого количества тепла может быть преобразована в более высокие формы энергии, и это зависит от температуры источника тепла и самого холодного тела, которое может быть использовано в качестве конденсатора, причем чем больше разница между температурами источника и конденсатора и чем ниже температура последнего. В каждой операции, происходящей в природе, происходит деградация энергии, и хотя доступность некоторой части энергии может быть повышена, другая часть снижается, так что в целом доступность уменьшается. Таким образом, в случае с тепловой машиной работу можно получить за счет тепла, только позволив другой части тепла понизить температуру; и, как первоначально заявил сэр Уильям Томсон, "невозможно с помощью неодоушевленного материала добиться механического эффекта от какой-либо части материи, охладив ее ниже температуры самого холодного из окружающих объектов", и оставить рабочее вещество в том же состоянии, в котором оно было в начале операций. Приняв этот принцип, профессор Джеймс Томсон показал, что повышение давления должно снижать температуру замерзания

воды, поскольку в противном случае можно было бы сконструировать двигатель, который, работая за счет расширения воды при замерзании, продолжал бы выполнять работу, охлаждая тело ниже температуры любого другого доступного тела, и он рассчитал величину давления, необходимую для снижения температуры замерзания на один градус. Впоследствии этот вывод был экспериментально подтвержден сэром Уильямом Томсоном и послужил объяснением всех феноменов регуляции. Таким образом, подобно принципу сохранения энергии, принцип рассеивания энергии служит руководством в поиске истины. Но между этими двумя принципами есть разница — никто не может представить себе никакого метода, с помощью которого можно обойти сохранение энергии; но Клерк Максвелл показал, что принцип рассеивания энергии может быть отменен проявлением интеллекта со стороны любого существа, чьи способности достаточно тонки, чтобы иметь дело с отдельными молекулами. В случае газов температура зависит от средней энергии движения отдельных частиц, и тепло состоит просто из этого движения; но в любой массе газа, какой бы средней ни была энергия, некоторые частицы будут двигаться с очень большими, а некоторые - с очень малыми скоростями. Представив две порции газа, первоначально имевшие одинаковую температуру, разделенные перегородкой, содержащей люки, которые можно открывать или закрывать без затрат энергии, и предположив, что за каждой дверью стоит "демон", который открывает дверцу всякий раз, когда частица приближается очень быстро с одной стороны или очень медленно с другой, но держит ее закрытой при других обстоятельствах, он показал, что можно было бы отсортировать частицы так, чтобы те, что в одном отсеке, имели большую скорость, а те, что в другом - малую. Следовательно, из массы газа с одинаковой температурой можно было бы получить две порции, одну с высокой температурой, а другую с низкой, и с помощью тепловой машины можно было бы получать работу до тех пор, пока две порции снова не достигли бы равных температур, тогда можно было бы снова воспользоваться услугами "демонов", и операции повторялись бы до тех пор, пока не было израсходовано все тепло.

Любая теория, выдвигаемая для объяснения явления, или любой процесс, предлагаемый для осуществления какой-либо операции, должны в первую очередь подвергаться проверке на применение этих двух принципов сохранения и рассеивания энергии; и любое предложение, которое не выдерживает этих проверок, может быть немедленно отклонено. Существенной чертой современной науки является ее количественный характер. Мы должны, например, не только знать, что лучистая энергия поступает к нам от солнца, но мы должны узнать, сколько энергии ежегодно получает земля таким образом; и, во-вторых, сколько энергии излучается солнцем во всех направлениях за одно и то же время. Узнав это, мы хотим знать, что является источником этой энергии; и никакая теория солнца, которая не позволяет нам объяснить, как поддерживается этот постоянный расход энергии, не может быть принята. В прошлом веке вместе с сэром Уильямом Гершелем можно было поверить, что большая часть солнечной массы сравнительно холодна и что она окружена лишь тонким слоем пламени. Сегодня такая теория была бы отвергнута сразу же, просто потому, что тонкая оболочка пламени не могла бы обеспечивать энергию для солнечного излучения в течение сколь-нибудь значительного времени. Теория контакта гальванического элемента в первоначальном виде потерпела крах по аналогичной причине. Простой контакт разнородных металлов не мог обеспечить непрерывной подачи энергии для поддержания тока. Применительно к паровой машине энергетическая доктрина учит нас не только тому, что при сгорании фунта угля совершается определенное количество работы, являющееся механическим эквивалентом вырабатываемого тепла, и

таково, что ни один двигатель, который мы можем себе представить, не способен производить при сгорании фунта угля большее количество работы, но и тому, что существует дополнительное ограничение на количество получаемой работы. Это ограничение зависит от диапазона температур, которым мы располагаем; и, когда диапазон известен, мы можем выразить количество энергии, реализуемое совершенным двигателем, работающим в этом диапазоне, как определенную долю всей энергии, соответствующую теплоте сгорания топлива. Таким образом, если мы обнаружим, что конкретный двигатель реализует только 15 процентов. что касается энергии его топлива в проделанной работе, мы не должны предполагать, что механические усовершенствования двигателя позволили бы нам реализовать какую-либо значительную часть остальных 85 процентов.; ибо может случиться так, что теоретически совершенный двигатель, работающий со своим котлом и конденсатором при тех же температурах, что и у рассматриваемого двигателя, мог бы реализовать только 25 процентов. энергии топлива, уменьшая запас для улучшения с 85 до 10% при неизменном диапазоне температур. Чтобы повысить эффективность сверх этого предела, необходимо увеличить диапазон температур, то есть, как правило, использовать более горячий пар.

Таким образом, принципы энергетики являются руководящими принципами не только для теоретика науки, но и для инженера-практика, и они были установлены только путем тщательных измерений. Простое наблюдение за явлениями и условиями, при которых они происходят, никогда не могло привести к установлению таких принципов; и, хотя проведение экспериментов, не связанных с измерениями, имеет большую ценность, именно тщательные измерения, какими бы простыми они ни были, обеспечивают высочайшую тренировку ума и рук, и без них любой курс обучения экспериментальной физике не имеет большой ценности.

Индусы привыкли рассматривать землю как огромный купол, который несут на спинах слонов. Однако сами слоны нуждались в поддержке, и их изображали стоящими на спине гигантской черепахи. Однако не похоже, что черепахе была оказана какая-либо поддержка. В некоторых отношениях эта цифра отражает, по-видимому, постоянное состояние научного знания. Исследуются явления, и показано, что они зависят от других действий, которые кажутся более простыми или фундаментальными, чем явления, наблюдаемые вначале. Они, опять же, подчиняются законам, которые имеют гораздо более широкое применение или кажутся еще более фундаментальными; но, возможно, мы как никогда далеки от раскрытия великой тайны Вселенной, конечной природы всех вещей.



НАПЕЧАТАНО ИЗДАТЕЛЬСТВОМ WILLIAM CLOWES AND SONS, LIMITED,
ЛОНДОН И БЕККЛЗ.